Documentos
on line
ISSN 1808-9992
Setembro, 2012
249

III Semana dos Polinizadores: Palestras e Resumos

Embrapa

ISSN 1808-9992
Setembro, 2012

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

Documentos 249

III Semana dos Polinizadores: Palestras e Resumos

5 a 8 de outubro de 2010 Juazeiro, BA

Márcia de Fátima Ribeiro
Editora Técnica

Embrapa Semiárido
Petrolina, PE
2012

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) 3866-3600 Fax: (87) 3866-3815
sac@cpatsa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima
Secretário-Executivo: Anderson Ramos de Oliveira
Membros: Ana Valéria de Souza
Andréa Amaral Alves
Gislene Feitosa Brito Gama
José Maria Pinto
Juliana Martins Ribeiro
Magna Soelma Beserra de Moura
Mizael Félix da Silva Neto
Patrícia Coêlho de Souza Leão
Sidinei Anunciação Silva
Vanderlise Giongo
Welson Lima Simões

Supervisor editorial: Sidinei Anunciação Silva
Revisor de texto: Sidinei Anunciação Silva
Normalização bibliográfica: Helena Moreira de Queiroga
Foto da capa: Marcelo Casimiro Cavalcante
Editoração eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos
1ª edição (2012): 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

Terceira Semana dos Polinizadores. (3: 2010. Petrolina, PE)
Palestras e resumos / Terceira Semana dos Polinizadores / editora técnica, Márcia de Fátima Ribeiro.— Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012.

244 p.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 249).

ISSN 1808-9998.

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

CDD 638.14

© Embrapa 2012

Apresentação

Há algum tempo já se discute a importância dos polinizadores para a agricultura, mas os serviços de polinização, prestados principalmente pelos insetos, estão sendo comprometidos por causa das alterações climáticas e de ações antrópicas, com destaque para o manejo inadequado das culturas, a partir, por exemplo, da aplicação de defensivos agrícolas sem que sejam observados criteriosamente os fatores que justificam a aplicação, bem como os meios e as técnicas adequadas para a minimização dos seus efeitos sobre o ambiente.

Numa época em que se discute a necessidade aumentar a produção de alimentos, a criação de medidas para amenizar os impactos sobre os serviços de polinização torna-se imperativo. Além disso, alguns estudos vêm apontando os impactos financeiros decorrentes do declínio dos serviços de polinização.

Neste contexto, iniciativas como a *Semana dos Polinizadores* estimulam a discussão na perspectiva de atentar para tecnologias e práticas que promovam maiores benefícios na relação desses agentes de polinização e as culturas agrícolas. Nesse evento, foram apresentados os resultados de algumas pesquisas, nas quais podemos perceber a real importância dos serviços de polinização. A terceira edição do evento foi organizada pela Embrapa Semiárido, Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), pela Universidade do Estado da Bahia (Uneb – Campus de Juazeiro), e pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertão), que são integrantes da Rede Baiana de Polinizadores (Repol).

Os *Anais da III Semana dos Polinizadores* apresentam resultados de pesquisas sobre a polinização de algumas culturas como mangabeira, algodoeiro, pimentão, *Citrus*, entre outras, além de trabalhos sobre os impactos de ações antrópicas e medidas de preservação dos polinizadores. É, portanto, uma importante fonte para aqueles que se dedicam ao estudo do tema, ou têm interesse em começar a entender a importância dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores.

Natoniel Franklin de Melo
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Comissão Organizadora

Coordenação geral
Dra. Márcia de Fátima Ribeiro
Pesquisadora da Embrapa Semiárido

Equipe
Dra. Lúcia Helena Piedade Kiill
Pesquisadora da Embrapa Semiárido

Dra. Eva Mônica Sarmento da Silva
Professora da UNIVASF

Dra. Kátia Maria Medeiros de Siqueira
Professora do IF Sertão Pernambucano e UNEB
(Campus Juazeiro)

Sumário

Palestras

O Ano Internacional da Biodiversidade e a Biodiversidade dos Polinizadores 8

Biodiversidade de Abelhas nos Diferentes Biomas

Biodiversidade de Abelhas na Caatinga 11
Biodiversidade de Abelhas na Amazônia: os Meliponíneos e seu Uso na Polinização de Culturas Agrícolas 22
Biodiversidade de Abelhas em Zonas de Transição no Maranhão..... 36

Polinização de Algumas Culturas Agrícolas

Polinização da Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) 58
Polinização da Mangabeira (*Hancornia speciosa*) 67
Polinização do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) 76
Polinização do Pimentão (*Capsicum annuum*) 88
Polinização de *Citrus* 97
Polinização do Meloeiro (*Cucumis melo*) 110
Polinização da Mangueira (*Mangifera indica*) 123
Polinização da Goiabeira (*Psidium guajava*) 139

Métodos de Levantamento e Conservação de Polinizadores

Manejo e Conservação de Polinizadores do Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) 157
Coleta de Alimento por Uma Abelha Solitária da Caatinga 173

Risco Sobre Polinizadores e Perspectivas de Sua Utilização em Polinização

Efeito do Nim (*Azadirachta indica*) Sobre as Abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) 185

Riscos de Pesticidas Sobre as Abelhas 196

O Desaparecimento das Abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) e as Perspectivas do Uso de Abelhas não Melíferas na Polinização 213

Resumos

Frutificação do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) em Cultivo Próximo a Vegetação de Caatinga 228

Umburana-de-Cambão (*Commiphora leptophloes*), Frequência e Abundância em Área de Caatinga no Projeto Maniçoba-Juazeiro, BA 230

Plantas Utilizadas por *Melipona subnitida* na Restinga dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, MA, Brasil 231

Visitantes Florais de *Stylosanthes* sp. na Região de Petrolina 233

Manutenção da Diversidade de Visitantes Florais por *Waltheria rotundifolia* no Campus da UFCG, Patos, PA 235

Avaliação da Morfologia Floral e dos Visitantes Florais de dois Híbridos de Melão (*Cucumis melo* L.) em Cultivo Irrigado em Petrolina, PE 237

Abelhas Visitantes de *Mouriri acutiflora* Naudin (Melastomataceae) Utilizam o Óleo dos Elaióforos como Recurso Floral? 239

Avaliação dos Visitantes Florais de Dois Híbridos de Melão (*Cucumis melo*) em Cultivo Irrigado em Petrolina-PE 241

Comparação da Frequência de Forrageamento Entre *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* em Tangerina Dancy (*Citrus reticulata blanco*) 243

Palestras

O Ano Internacional da Biodiversidade e a Biodiversidade dos Polinizadores

Márcia de Fátima Ribeiro[1]

Em 20 de setembro de 2006, durante a assembleia geral das Nações Unidas, o ano de 2010 foi declarado como sendo o Ano Internacional da Biodiversidade. A partir desse momento, foi solicitada a cooperação da Convenção da Diversidade Biológica para que fossem mobilizadas organizações internacionais. Trata-se de uma celebração da vida na Terra e do valor da biodiversidade para nossas vidas. Por meio dessa campanha, o mundo foi convidado a tomar iniciativas que preservem a variedade de vida na Terra: a biodiversidade.

Em dezembro de 2009, o secretário geral da Organização das Nações Unidas (ONU), o Sr. Ban Ki-moon lançou oficialmente a campanha, com um pronunciamento que está transcrito abaixo.

> Nossas vidas dependem da diversidade biológica. Espécies e ecossistemas estão desaparecendo a uma taxa insustentável. E nós, seres humanos, somos a causa. Nós provavelmente perderemos bens e serviços que agora contamos como certos. As consequências para as economias e pessoas serão profundas, especialmente para os povos mais pobres do mundo. Em 2002, líderes do mundo concordaram em reduzir substancialmente o ritmo de perdas da biodiversidade até 2010. Já sabemos que esta meta não será alcançada. Precisamos novos modos de enxergar o mundo e novos esforços, mais do que os que temos realizado. Não podemos deixar como está. Para este Ano Internacional da Biodiversidade eu convoco cada país e cada cidadão de nosso planeta para se unir numa aliança global para proteger a vida na Terra. Biodiversidade é vida. Biodiversidade é a nossa vida! (ONU, 2010, não paginado, tradução nossa).

Por isso, o tema escolhido para este ano da Semana dos Polinizadores foi a Biodiversidade de Polinizadores. Mas o que são polinizadores e polinização? Polinizadores são os agentes capazes de realizar a

[1]Bióloga, Ph.D. em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, marcia.ribeiro@cpatsa.embrapa.br

polinização, que por sua vez é a transferência de grãos de pólen da parte masculina para a parte feminina da flor, possibilitando a fecundação de óvulos e, assim, produzindo sementes e frutos. Os agentes polinizadores podem ser classificados como abióticos (água, vento) e bióticos (animais vertebrados: aves, principalmente beija-flores e outros pássaros, morcegos, roedores, répteis; e invertebrados: insetos). Entre os insetos estão besouros, borboletas, mariposas, moscas e abelhas. As abelhas são polinizadores de muitas plantas nativas e cultivadas. Na verdade, estima-se que mais de 80% das plantas que consumimos como alimento sejam polinizadas por elas. Portanto, se não preservarmos as abelhas, e seu ambiente (ou seja, os locais onde fazem seus ninhos e plantas onde buscam seu alimento) poderemos sofrer com a falta de alimento. Porém, quando se pensa em 'abelha', geralmente lembra-se da abelha melífera (*Apis mellifera*), a chamada 'abelha europa', ou 'abelha africana', ou 'africanizada'. Mas existem muitas outras abelhas no mundo: aproximadamente 20 mil espécies. E essas abelhas possuem uma imensa diversidade em termos de morfologia, ecologia, hábitos de nidificação, etc.

As abelhas que mais têm sido usadas nos serviços de polinização de culturas agrícolas são as abelhas melíferas. Porém, outras abelhas como a mangava (*Xylocopa* sp.) e abelhas sem ferrão, como a uruçu (*Melipona scutellaris*) e jataí (*Tetragonisca angustula*), também têm sido utilizadas.

Entretanto, abelhas de diferentes tipos podem ser adequadas para determinados tipos de culturas e inadequadas para outros. Por exemplo, abelhas melíferas são excelentes polinizadoras de maçã (*Malus* sp.), melão (*Cucumis melo*), goiaba (*Psidium guajava*), etc., mas podem ser muito prejudiciais para maracujá (*Passiflora* sp.), uva (*Vitis vinifera*), etc. As abelhas irapuá (*Trigona spinipes*), que podem ser pragas de diversas culturas, como a manga (*Mangifera indica*), maracujá (*Passiflora* sp.), etc., podem ser polinizadoras de outras, como a abóbora (*Curcubita pepo*), chuchu (*Sechium edule*), romã (*Punica granatum*), etc.

Além disso, temos que considerar que abelhas diferentes têm diferentes comportamentos nas flores e por isso podem realizar a polinização, ou não, daquela planta específica. Por exemplo, as abelhas como a mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), algumas abelhas metálicas (Halictidae) e as mamangavas (*Xylocopa* sp.) fazem polinização por vibração das solanáceas, como a berinjela (*Solanum melongena*),

tomate (*Solanum lycopersicum*), pimentão (*Capsicum annuum*) etc., enquanto abelhas melíferas são incapazes de realizar esse tipo de polinização.

De modo geral, quando se usa abelhas nos serviços de polinização, consegue-se um aumento na quantidade e/ou qualidade dos frutos (melhor aparência, formato, sabor), um maior número de sementes, etc. Assim, no Brasil, abelhas melíferas (*A. mellifera*) têm sido usadas na polinização de maçãs (*Malus* sp.), café (*Coffea arabica*), laranja (*Citrus* sp.), goiaba (*Psidium guajava*), melão (*Cucumis melo*); abelhas sem ferrão, como a jandaira (*M. subnitida*), jataí (*T. angustula*) e iraí (*N. testaceicornis*), que são usadas na polinização de pimentões (*Capsicum annuum*) e morango (*Fragaria* sp.), respectivamente; e as mamangavas (*Xylocopa* sp.), que são usadas na polinização do maracaujá (*Passiflora* sp.).

A depedência humana por agentes polinizadores é muito grande e o crescente desaparecimento das abelhas melíferas vem tornando cada vez mais relevante o estudo da criação e manejo de outras espécies de abelhas que potencialmente poderiam ser usadas como polinizadoras. Simultaneamente, também é essencial estudar formas de preservação das espécies nativas de polinizadores e de seus habitats.

Referência

ONU. **United Nations decade on biodiversity.** 2010. Disponível em: <http//www.cbd.int/2011-2020>. Acesso em: ago. 2010.

Biodiversidade de Abelhas nos Diferentes Biomas

Biodiversidade de Abelhas na Caatinga

Fernando César Vieira Zanella[1]; Celso Feitosa Martins[2]

Resumo

A fauna de abelhas da Caatinga, se não forem considerados os enclaves de outros biomas, apresenta uma diversidade de espécies relativamente baixa quando comparada à do Cerrado ou da Floresta Atlântica. Em áreas restritas com vegetação xerófila, onde foram realizados levantamentos anuais padronizados, a riqueza varia entre 42 e 66 espécies. Vários gêneros bem diversificados no Cerrado são ausentes ou com baixa representatividade na Caatinga, mas o percentual de espécies endêmicas é alto, comparável ao observado para flora lenhosa e escorpiões. Outros três padrões de distribuição geográfica de abelhas foram reconhecidos: disjunta entre a Caatinga e áreas xéricas do Sul; estendendo-se pelo Cerrado e podendo chegar até áreas secas do Sul; e ampla distribuição, ocorrendo também em regiões úmidas. Dos grupos com espécies endêmicas, foram reconhecidos traçados biogeográficos que representam processos distintos na diversificação de sua fauna: "Caatinga-Amazônia SE", representando um possível processo de refúgio evanescente de enclaves de florestas úmidas; "Caatinga-regiões áridas do Sul da América do Sul", representando fauna xérica; e "Caatinga-regiões desérticas da Costa do Pacífico", cuja época de ocorrência da disjunção é estimada em mais de 50 milhões de anos atrás. Os padrões de distribuição no interior da região das caatingas devem refletir a ecologia e os padrões geográficos mais amplos das espécies. As espécies distribuídas somente em regiões xéricas foram encontradas tanto em áreas mais secas como próximo a açudes, enquanto as de ampla distribuição ocorreram predominantemente em locais com vegetação distinta de Caatinga, próximo de açudes, sem pronunciado déficit hídrico. De modo semelhante, foi documentado o papel da floresta ciliar

[1]Biólogo, D.Sc. em Entomologia, professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, fcvzanella@gmail.com
[2]Biólogo, D.Sc. em Zoologia, professor da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, cmartins@dse.ufpb.br

do Rio São Francisco como corredor de fauna mésica no interior da região. A forte sazonalidade nas precipitações pluviométricas na região resulta em uma correspondente variação na abundância de flores e na abundância e diversidade de abelhas. No entanto, muitas espécies solitárias apresentam registro de adultos ativos durante a estação seca, implicando em ausência de diapausa obrigatória. Para *Apis mellifera* L., espécie eussocial exótica, foi documentado o abandono de ninhos na estação seca em locais desfavoráveis e o deslocamento para sítios mais úmidos. Dentre as espécies solitárias há registros de oligoletia, os quais representam casos interessantes de evolução. No entanto, poucas espécies foram estudadas e possivelmente novos casos serão descobertos conforme as pesquisas avancem.

Palavras-chave: Hymenoptera, Apidae, região semiárida, biogeografia, ecologia.

Biodiversity of bees in the Caatinga region

Abstract

The bee fauna of the Caatinga, discarding the enclaves of other biomes, has a relatively low species diversity when compared to the Cerrado or Atlantic Forest. In restricted areas where annual standardized surveys have been conducted species richness was between 42 and 66. Many genera well represented in the neighbor Cerrado are absent or have low representation in the Caatinga, but the percentage of endemic species is high, comparable to that observed for woody plants and scorpions. Three other patterns of geographic distribution of bees have been recognized: disjunct between Caatinga and xeric areas of southern South America; extending in the Cerrado and may even reaching the southern dry areas; and wide distribution, occurring also in humid regions. Groups with endemic species allowed the recognition of biogeographic tracks that represent distinct processes in the diversification of its fauna, “Caatinga-Amazon SE”, representing a possible process of vanishing refuge enclaves of moist forests; “Caatinga-arid regions of southern South America “, representing xeric fauna; and “Caatinga-desert regions of the Pacific coast, whose time of occurrence of the disjunction is estimated at more than 50 million years ago. The patterns of distribution of species within the core region of caatinga should reflect the broad ecological and geographical patterns of the species. It was observed that the species

restricted to xeric regions were found both in drier areas as well around the dams, where there is a non xerophilous vegetation, while the species with wide distribution occurred primarily in areas near dams, without pronounced water deficit. Similarly, it was documented the role of riparian forest of São Francisco River as a corridor of mesic fauna within the region. The high seasonality in rainfall in the region results in a corresponding variation in the abundance of flowers and in the abundance and diversity of bees. However, many solitary species were recorded as flying adults during the dry season, implying in the absence of obligatory diapause. For *Apis mellifera* L., an exotic eusocial species, it was documented high absconding of nests in the dry season in unfavorable locations and the corresponding arrival of colonies in more humid sites. Among the solitary species there are oligoletic records, which represent interesting cases of evolution. However, a few species were studied and possibly new cases will be discovered as the research advances.

Keywords: Hymenoptera, Apidae, semiarid region, biogeography, ecology.

Introdução

Antes de nos referirmos às abelhas que ocorrem na Caatinga e aspectos de sua ecologia, em um documento de domínio público amplo como esse, é necessário esclarecer que, apesar da grande variedade de espécies existente nos ecossistemas naturais, com grande diversidade de biologias e de informações sobre a história da região, para a maioria das pessoas, a ideia do que é abelha está associada à abelha do mel ou abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) No entanto, apesar de aparentemente ser a espécie de abelha mais abundante e que possivelmente visita o maior número de espécies de plantas nos ecossistemas da região, trata-se de uma espécie exótica, que foi trazida, inicialmente, da Europa e depois da África, e que se distribuiu nos ambientes da região em tempos relativamente recentes. Em uma revisão de dados de levantamentos da fauna de abelhas de locais da região, foi observado que, usualmente, essa espécie representa entre 39% e 55% dos indivíduos coletados (ZANELLA; MARTINS, 2003). É provável que, nesses trabalhos com amostragem por meio de rede entomológica, a abundância dessa espécie tenha sido subestimada, mesmo nos casos em que foram feitas estimativas visuais de sua presença em flores.

Esse comentário inicial é justificado porque comparando-se esses dados com similares de áreas selecionadas de Cerrado e um de uma área de Floresta Atlântica no Sudeste do País, se observa que a dominância da *Apis* é maior na Caatinga, uma vez que as estimativas de sua abundância relativa em cerrado não ultrapassaram a 17%. Os ecossistemas de floresta úmida fechada e bem preservada não são apropriados para essa espécie. Isso foi verificado na Floresta Amazônica por Oliveira e Cunha (2005), por meio de amostragens com iscas de vários tipos. Desse modo, podemos esperar que o papel ecológico dessa abelha seja mais importante na Caatinga, comparado a outras regiões do Brasil, bem como o impacto sobre as outras espécies de abelhas.

O conhecimento das espécies de abelhas nativas da Caatinga teve início com os trabalhos de Adolfo Ducke (WESTERKAMP et al., 2007), o qual coletou, em várias localidades do Ceará na primeira década do século passado, e descreveu muitas espécies novas de abelhas, além de fazer notas e comentários sobre a ecologia e história da apifauna. Posteriormente, publicações esparsas com descrições de espécies coletadas em várias localidades e mais recentemente trabalhos de levantamentos intensivos de faunas de localidades específicas, complementaram o conhecimento das abelhas da região.

São conhecidas, até o momento, cerca de 200 espécies de abelhas na Caatinga, excluindo-se áreas de enclaves de outros biomas. Esse é um número de espécies relativamente baixo, considerando-se em conta que em determinados locais de Cerrado e Floresta Atlântica a riqueza de espécies foi maior. Em áreas restritas com vegetação xerófila de Caatinga, a riqueza de espécies ficou entre 42 e 66 espécies (MARTINS, 1994). Se houver influência de vegetação de locais mais úmidos, como a beira de açudes ou no limite com outros biomas, a riqueza local pode ser maior, chegando, nos casos estudados, a 83, mas com a presença de espécies que aparentemente não ocorrem em áreas mais secas (ZANELLA, 2003; AGUIAR; ZANELLA, 2005).

Mas, considerando-se a região com todos os seus enclaves a diversidade de espécies deve ser muito maior. Não existe, no momento, a possibilidade de uma estimativa razoável nesse sentido, mas basta lembrarmos que no interior da Caatinga ocorrem inúmeros enclaves de matas mais úmidas, como a Serra do Baturité, CE, onde Ducke coletou dados (WESTERKAMP et al., 2007), de Cerrado e de campos rupestres, como os da Chapada Diamantina. Adicionalmente, devem-se mencionar as florestas ciliares. Em trabalho recente com amostragem

de abelhas Euglossina, foi reconhecido o papel da floresta ciliar do Rio São Francisco como corredor de fauna mésica no interior da região, a partir da observação da presença de espécies de Floresta Atlântica ao menos até o setor do baixo curso do rio, próximo da divisa dos estados de Sergipe e Bahia (MOURA; SCHLINDWEIN, 2009). Pode-se citar, ainda, o registro de *Melipona quinquefasciata* isoladamente no interior da Caatinga em enclave de Cerrado na Chapada do Araripe e Planalto do Ibiapaba, no Ceará (LIMA-VERDE; FREITAS, 2002).

O percentual estimado de espécies de abelhas endêmicas é alto, mesmo considerando-se somente as áreas de vegetação de Caatinga, comparável ao observado para flora lenhosa e escorpiões (Tabela 1). Essa informação é importante, pois, além de permitir o reconhecimento de que o bioma, caracterizado por vegetação xerófila, apresenta uma fauna própria, resultado de uma história evolutiva particular, além de reforçar a necessidade de ações de conservação para a região.

Tabela 1. Frequência de endemismo observado na Caatinga.

	No. de espécies endêmicas	**No. total de espécies**	%	**Fonte**
Flora lenhosa	180	437	41	Prado e Gibbs (1993)
Abelhas	30	94* (192)	32	Zanella (2000)
Escorpiões	4	17	23	Lourenço (1990)
Mamíferos				
Não voadores	cf. 1	80	1	Mares et al. (1985); Willig e Mares (1989); Redford e Fonseca (1986)

*Número de espécies analisados quanto à distribuição.
Fonte: Zanella e Martins (2003).

Outros três padrões de distribuição geográfica de abelhas foram reconhecidos: disjunta, entre a Caatinga e áreas xéricas do Sul; estendendo-se pelo Cerrado e podendo chegar até áreas secas do Sul; e ampla distribuição, ocorrendo também em regiões úmidas (ZANELLA; MARTINS, 2003).

Dos grupos com espécies endêmicas foram reconhecidos traçados biogeográficos que representam processos distintos na diversificação de sua fauna: "Caatinga-Amazônia SE", representando um possível processo de refúgio evanescente de enclaves de florestas úmidas; "Caatinga-regiões áridas do Sul da América do Sul", representando possíveis eventos passados de conexão de faunas xéricas e "Caatinga-regiões desérticas da Costa do Pacífico". Esse traçado é o mais interessante e enigmático, onde a espécie *Ceblurgus longipalpis*, Urban & Moure, que representa o único gênero endêmico de abelha na Caatinga, pertence à tribo Penapini, que compreende mais dois gêneros, também exclusivos da América do Sul: *Goeletapis*, monotípico e restrito a regiões áridas da costa do Peru, e *Penapis*, com três espécies distribuídas nos desertos costeiros do Chile. Foi associado, inicialmente, que essa distribuição teria sido formada pelo menos antes da formação dos Andes (ZANELLA; MARTINS, 2003) e recentemente, Danforth et al. (2004) apresentaram interpretações de relações históricas entre abelhas da família Halictidae que permitem estimar que a separação entre o ramo evolutivo de *Ceblurgus* e os outros em período anterior a 50 maa.

Possivelmente, outros padrões de distribuição serão descobertos com o maior conhecimento da apifauna, tendo como exemplo, a recente descrição da espécie de *Xylocopa macambirae* aparentemente mais distribuída em terras relativamente altas do Planalto da Borborema, cuja espécie irmã, ocorre em terras altas ao Sul do Rio São Francisco, da Bahia a Minas Gerais (ZANELLA; SANTOS, 2010) e a descoberta de uma espécie nova de *Centris* aparentada de um grupo de espécies de ocorrência restrita aos Andes.

Comparando-se a lista de espécies de abelhas da Caatinga compilada em Zanella (2000) com dados de outros biomas, foi observado que alguns gêneros ausentes na Caatinga, como *Monoeca*, *Paratetrapedia*, *Ceratalictus*, *Habralictus* e *Hypanthidium*, são diversificados e relativamente comuns no Cerrado. E *Epicharis*, *Euglossa*, *Eulaema* e *Oxaea*, ausentes na maior parte das áreas amostradas na Caatinga, são mais bem representados no Cerrado. Apesar da ampliação de amostragens em áreas de Caatinga, essas observações ainda continuam válidas. Em levantamentos realizados em áreas marginais do bioma ou de transição foram registradas algumas espécies desses grupos, como no agreste de Pernambuco, onde foram coletadas três espécies de *Epicharis* e uma de *Paratetrapedia* (MILET-PINHEIRO; SCHLINDWEIN, 2008); e em enclave de floresta subperenifólia, quatro espécies de *Epicharis* e uma de *Paratetrapedia* (LOCATELLI et al., 2004).

Os padrões de distribuição das espécies no interior da região das caatingas devem refletir a ecologia e os padrões geográficos mais amplos das espécies. Em uma análise da distribuição das espécies em dois locais relativamente próximos dentro da Estação Ecológica do Seridó, RN, aquelas associadas a regiões xéricas foram encontradas tanto em áreas mais secas como próximo a açudes, enquanto as de ampla distribuição ocorreram predominantemente em locais com vegetação distinta de Caatinga, próximo de açudes, sem pronunciado deficit hídrico (ZANELLA, 2003). Adicionalmente, inventários rápidos para caracterização da apifauna de duas áreas do Leste da Paraíba, reforçaram a interpretação de maior abundância de abelhas e sazonalidade menos marcada em locais com menor estresse hídrico (ZANELLA; MARTINS, 2005).

A característica mais marcante na ecologia da Caatinga é a forte sazonalidade nas precipitações pluviométricas na região, que resulta em uma correspondente variação na abundância de flores e na abundância e diversidade de abelhas. No entanto, muitas espécies solitárias apresentam registro de adultos ativos durante a estação seca, implicando em ausência de diapausa obrigatória (ZANELLA, 2008). Apesar da possibilidade de haver diapausa facultativa, é possível que muitas espécies solitárias que sejam dificilmente encontradas na estação seca em áreas de vegetação de Caatinga, atravessem o período seco com adultos ativos e que a permanência das populações na região seja possível pela existência de áreas de exceção, como açudes, florestas ciliares e enclaves.

Para *Apis mellifera*, espécie exótica com ninhos permanentes, foi documentado o abandono de ninhos na estação seca e a fundação de ninhos na estação chuvosa em Canindé, CE, local de vegetação de Caatinga e um padrão inverso em Fortaleza, localidade mais úmida próximo ao litoral do Ceará, sendo interpretado que seria resultado de migração sazonal (FREITAS et al., 2007). Entretanto, deve-se ressaltar que não há nenhuma evidência de orientação espacial no movimento após o abandono dos ninhos dos locais desfavoráveis e, ao considerar essa movimentação como migração, deve-se a um uso amplo do termo (ZANELLA, 2008).

A Caatinga apresenta uma fauna significativa de abelhas eussociais sem ferrão, de importância ecológica e social. No entanto, tem sido ressaltado o problema de sua conservação. Essas espécies são melíferas e apresentam ninhos permanentes, mas, diferentemente das *Apis*, não abandonam os ninhos em condições desfavoráveis. Desse

modo, sofrem mais o impacto da derrubada das florestas e conversões de paisagem em pastos ou, agricultura e também a exploração do mel por meleiros.

Na Caatinga, a grande parte da fauna de abelhas é formada por espécies não eussociais, com níveis variados de socialidade, especialmente espécies solitárias que nidificam no solo (Figuras 1, 2, 3 e 4). Essas espécies podem representar agentes polinizadores importantes de determinados grupos de plantas, podendo apresentar características evolutivas únicas, extremamente importantes para a compreensão da história natural da região. Schlindwein (2004) relacionou as espécies oligoléticas do Brasil conhecidas até aquele momento, que visitam flores de uma ou poucas espécies relacionadas de uma mesma família para coletar pólen, mas ressaltou que os estudos com espécies solitárias ainda são muito restritos e novas pesquisas certamente indicarão novos casos. Há vários exemplos de espécies que ocorrem na Caatinga, incluindo: *Protomeliturga turnerae* (Protomeliturgini), algumas espécies da tribo Emphorini e dos gêneros *Florilegus*, *Gaesischia*, *Melissoptila* (Eucerini) e *Ceblurgus longipalpis* (Penapini), além de espécies de gêneros que ocorrem no bioma, mas que ainda não foram estudadas.

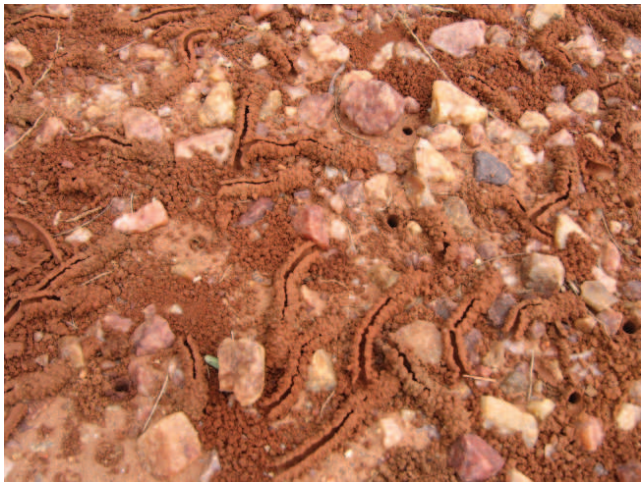


Foto: Fernando César V. Zanella.

Figura 1. Agregação de ninhos de *Melitomella murihirta* (Cockerell, 1912) (Emphorini).

Foto: Fernando César V. Zanella.

Figura 2. Agregação de machos de *Florilegus similis* Urban, 1970 (Eucerini), abelha solitária.

Foto: Fernando César V. Zanella.

Figura 3. Fêmea de *Nomiocolletes bicellularis* (Ducke,1911) (Paracolletini), abelha solitária.

Foto: Fernando César V. Zanella.

Figura 4. Fêmea de *Centris hyptidis* Ducke, 1908 (Centridini), abelha solitária.

Referências

AGUIAR, C.M. L.; ZANELLA, F.C.V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da Caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p.1 5-24, 2005.

DANFORTH, B. D.; BRADY, S. G.; SIPES, S. D.; PEARSON, A. Single-copy nuclear genes recover Cretaceus-age divergences in bees. **Systematic Biology**, Washington, v. 53, p. 309-326, 2004.

FREITAS, B.M.; SOUSA, R. M.; BOMFIM, I. G. A. Absconding and migratory behaviors of feral Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in NE Brazil. **Acta Scientarium,** Maringá, v. 29, n. 4, p. 381-385, 2007.

LIMA-VERDE, L. W.; FREITAS, B. M. Occurrence and biogeographic aspects of *Melipona quinquefasciata* IN NE BRAZIL (HYMENOPTERA, APIDAE) **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, p. 479-486, 2002.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I. C.; MEDEIROS, P. Riqueza de abelhas e a flora apícola em um fragmento da mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba**: historia natural, ecologia e conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. cap. 12, p. 153-177.

MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 9, p. 225-257, 1994.

MILET-PINHEIRO, P.; SCHLINDWEIN, C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 52, p. 625-636, 2008.

MOURA, D. C.; SCHLINDWEIN, C. Mata ciliar do rio São Francisco como biocorredor para Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de florestas tropicais úmidas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 281-284, 2009.

OLIVEIRA, M. L.; CUNHA, J. A. Abelhas africanizadas ***Apis mellifera scutellata*** Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 389-394, 2005.

SCHLINDWEIN, C. Are oligolectic bees always the most effective pollinator? In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Ed.). **Solitary bees**: conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2004. p. 231-240.

VELLOSO, A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). **Ecorregiões propostas para o bioma caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste: Instituto de Conservação Ambiental, 2002. 75 p.

WESTERKAMP, C.; RIBEIRO, M.; LIMAVERDE, L W.; DELPRETE, P G.; ZANELLA, F. C. V.; FREITAS, B. M. Adolpho Ducke e as abelhas. In: OLIVEIRA, T. S.; ARAÚJO, F. S. (Ed.). **Diversidade e conservação da Biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: UFC: COELCE, 2007. p. 273-292.

ZANELLA, F. C. V. The bees of Caatinga: a list of species and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, [Les Ulis Cedex], v. 31, p. 579-92, 2000.

ZANELLA, F. C. V. Abelhas da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte, RN): aportes ao conhecimento da diversidade, abundância e distribuição espacial das espécies na caatinga. In: MELO, G .A. R.; SANTOS, I. A. dos. (Ed.) **Apoidea neotropica**: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma: UNESC, 2003. p. 231-240.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, UFPE, 2003. cap. 2, p. 75-134.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes) da área do Curimataú, Paraíba. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (Org.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga**: suporte a estratégias regionais de conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 379-391.

ZANELLA, F. C. V. Dinâmica temporal e espacial de abelhas solitárias no semi-árido do Nordeste do Brasil. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais**... Ribeirão Preto: FUNPEC, 2008. p. 284-291.

ZANELLA, F. C. V.; SANTOS, M. S. S. Uma nova espécie de *Xylocopa (Monoxylocopa)* Hurd & Moure e novos registros de *X. abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera, Apidae). **Neotropical Entomology**, Londrina. v. 39, p. 61-66, 2010.

Biodiversidade de Abelhas na Amazônia: os Meliponíneos e seu Uso na Polinização de Culturas Agrícolas

Giorgio Cristino Venturieri[1]; Felipe Andrés Leon Contrera[2]

Resumo

As abelhas sem ferrão são um importante grupo de polinizadores que ocorrem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com seu ápice de riqueza e diversidade na região Neotropical. Nos últimos anos, o papel delas como polinizadoras de culturas agrícolas têm sido estudado, tanto em culturas abertas quanto em cultivos dentro de casas de vegetação. Neste trabalho, discute-se o papel de abelhas sem ferrão dos gêneros *Melipona*, *Paratrigona*, *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Trigona* e *Trigonisca* como polinizadoras de solanáceas (berinjela, pimenta, tomate, dentre outras) e culturas amazônicas como o açaí (*Euterpe oleracea*), o camu-camu (*Myrciaria dubia*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o taperebá (*Spondias mombin*), e o urucu (*Bixa orellana*). Também se discute, além da capacidade de polinização de cada cultura agrícola considerada, o manejo das colônias de meliponíneos para que elas possam ser usadas com eficiência como polinizadoras.

Palavras-chave: polinização, abelhas, Apidae, Meliponini.

Biodiversity of Bees in Amazônia: the Stingless Bees and their use in Crop Pollination

Abstract

Stingless bees are an important group of pollinators that occur in the tropical and subtropical regions of the world, with their peak of richness and diversity in the Neotropical region. In recent years their

[1]Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ecologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, giorgio@cpatu.embrapa.br
[2]Biólogo, D.Sc. em Ecologia, professor da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA felipe@ufpa.br

role as pollinators of agricultural crops has been studied, both in open cultures as in cultivated crops in greenhouses. This article discusses the role of stingless bees from the genus *Melipona*, *Paratrigona*, *Plebeia*, *Scaptotrigona*, *Trigona* and *Trigonisca* as pollinators of Solanaceae (eggplant, pepper and tomato, among others) and Amazonian cultures as the assaí (*Euterpe oleracea*), the camu-camu (*Myrciaria dubia*), the cupuassu (*Theobroma grandiflorum*), the cajá (*Spondias mombin*) and the annatto (*Bixa orellana*). It is also discussed, besides the capacity of pollination of each considered crop, the management of stingless bee's colonies, so they can be used effectively as pollinators.

Keywords. pollination, bees, Apidae, Meliponini.

Introdução

As abelhas indígenas sem ferrão (Apidae, Meliponini) são um grupo diverso de himenópteros eusociais, vivendo em colônias de centenas a milhares de abelhas, dependendo da espécie. Estão distribuídos nas áreas tropicais e subtropicais do mundo (MICHENER, 2007), com a maior parte de suas espécies (cerca de 400 descritas) ocorrendo nos Neotrópicos, sendo o Brasil o país com a maior riqueza de espécies descrita (CAMARGO; PEDRO, 2008; SILVEIRA et al., 2002). Entretanto, a maioria dos levantamentos da fauna apícola realizados até o momento no País, e que dão o número de espécies ocorrentes no Brasil, foram feitos no eixo Sul-Sudeste, com poucos estudos na região amazônica. Para exemplificar, os mais completos levantamentos da fauna apícola da Amazônia foram feitos, há quase 100 anos, pelo botânico e zoólogo Walter Adolfo Ducke (DUCKE, 1916; NASCIMENTO; OVERAL, 1979). Desde então, especialmente para o Estado do Pará, os esforços de coleta de meliponíneos têm sido esporádicos (sendo a maioria feita por consultorias e publicadas em relatórios restritos, inacessíveis a escrutínio e apreciação pela comunidade científica), e muitas vezes realizados em áreas altamente antropizadas, sob o efeito do desmatamento e queimadas, o que leva à necessidade de um novo esforço de coleta de longo prazo, para que, além da diversidade de abelhas seja conhecida, os padrões que explicam essa distribuição sejam melhor entendidos, como a flora associada, os locais de nidificação, e a adaptação das espécies ao clima.

As abelhas sem ferrão são generalistas, coletando néctar e pólen de uma vasta variedade de plantas (BIESMEIJER et al., 2005; NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVEIRA et al., 2002; RAMALHO et al., 1990; RÊGO et al., 2008) e são consideradas importantes polinizadores de plantas

nativas tropicais e subtropicais (HEARD, 1999), pois algumas de suas espécies apresentam comportamento de constância floral (SLAA et al., 2003), podendo ser fundamentais na reprodução de determinadas espécies botânicas.

A região amazônica abriga uma grande variedade de ecossistemas que proporcionam uma diversidade de nichos para essas abelhas, nos quais as plantas nativas e introduzidas oferecem diversos recursos como pólen, néctar e polpa de frutas adocicadas para a sua alimentação, além de ocos de árvores, resinas e fibras para a construção de seus ninhos.

A Amazônia é detentora da maior diversidade de meliponíneos, em especial as do gênero Melipona (SILVEIRA et al., 2002), onde se encontram as espécies de maior porte e de maior uso para a produção de mel, como é o caso das espécies *Melipona seminigra*, *M. compressipes*, *M. paraensis*, *M. flavolineata*, *M. fuscopilosa*, *M. paraensis*, *M. lateralis*, *M. crinita*, entre outras utilizadas pelos criadores locais, e ainda desconhecidas pelos pesquisadores. Contudo, outros gêneros de meliponíneos também são criados na região, como por exemplo, os gêneros *Scaptotrigona*, *Tetragona* e *Tetragonisca*.

Nos últimos anos, preocupados com o crescente aumento das taxas de desmatamento na Amazônia, diversos setores da sociedade civil e do governo brasileiro têm se preocupado com a busca de alternativas para o desmatamento e consequente uso sustentável de recursos naturais amazônicos (VENTURIERI, 2008). Neste sentido, a meliponicultura tem sido utilizada como instrumento para geração de renda. Os meliponíneos são criados comercialmente em agrupamentos de colônias, denominados meliponários. Nos últimos 10 anos esses meliponários têm se espalhado muito rapidamente por toda região, gerando renda em muitas comunidades, principalmente pela produção de mel, não havendo para isso a necessidade da remoção da cobertura vegetal nativa (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006; KERR, 1997; NOGUEIRA-NETO, 1997; VENTURIERI, 2008).

Com o crescente desmatamento da região, consequente eliminação das fontes de alimento e, principalmente, das grandes árvores utilizadas como substratos de nidificação (RÊGO et al. 2008; VENTURIERI, 2009; WESTRICH, 1996) hoje, a meliponicultura também se constitui como uma forma de conservação biológica, não só conservando as abelhas em si, mas também colaborando com a reprodução das plantas de dependem da polinização realizada por essas abelhas.

Tomando como exemplo a espécie *M. fasciculata*; espécie nativa do Nordeste da região amazônica, conhecida localmente como “tiúba” no

Maranhão ou "uruçu-cinzenta" no Pará, sabe-se que ela nidifica em troncos de árvores com diâmetros mais alargados. Entretanto, para que as árvores possam abrigar os ninhos dessa espécie, é preciso que elas atinjam grande porte, o que a maioria das vezes não acontece, principalmente pelos frequentes cortes a que são submetidas na região de colonização humana mais antiga da região (VENTURIERI, 2009). A ausência ou pequena representatividade dessa espécie nos diversos inventários de abelhas já realizados no Maranhão (REBELO et al., 2003; RÊGO et al., 2008), provavelmente é uma indicação indireta da destruição de seus habitats.

Uso de meliponíneos para polinização de culturas agrícolas

A polinização é um dos serviços ambientais mais importantes, pois é essencial para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas naturais ao promover a transferência do pólen das anteras para os estigmas de indivíduos da mesma espécie, gerando assim, após a fecundação, a produção de sementes e a consequente reprodução das plantas (PROCTOR et al., 1996). Da mesma maneira, a polinização é um serviço essencial para a economia, pois o declínio das populações de polinizadores ferais também provoca um declínio na produção agrícola (CASTRO, 2006; BRASIL, 2006).

Manejo de *Melipona fasciculata* (*Apidae: Meliponini*), para polinização de solanáceas em casa de vegetação

Dentre as plantas de interesse comercial cultivadas em larga escala, as solanáceas, família de plantas que abriga culturas agrícolas, como: berinjela (*Solanum melogena*), pimenta (*Capsicum* sp.), pimentão (*Capsicum annuum*), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), batata (*Solanum tuberosum*), etc., são de grande importância na horticultura mundial. Nessa família, é frequente a ocorrência de estames com anteras poricidas, dependendo de abelhas que conseguem promover a vibração (*buzz pollination*) (BUCHMANN, 1983) para que o pólen seja liberado e assim propiciar a fecundação (McGREGOR, 1976). Em ambientes fechados, como o de casas de vegetação, onde o vento não pode promover a liberação de pólen, o manejo de abelhas que fazem a polinização por vibração vem se constituindo como uma excelente alternativa para o cultivo nessas condições (BANDA; PAXTON, 1991; FREE, 1993; SANTOS et al., 2009).

Dos insetos que podem fazer essa vibração, destacam-se as mamangavas do gênero *Bombus*, estudadas e utilizadas principalmente

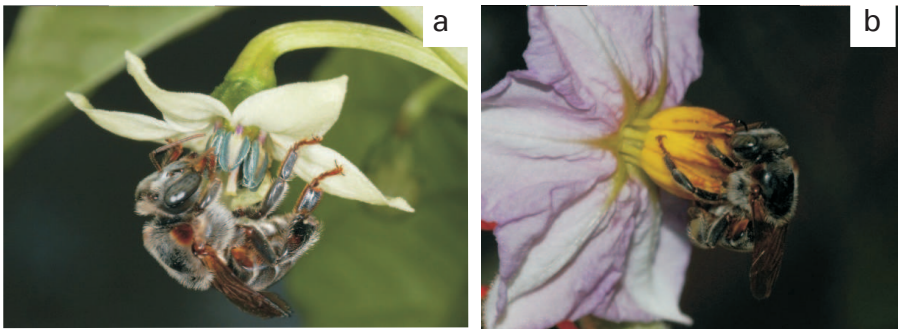
na Europa, EUA e Japão (INARI et al., 2005), além de abelhas solitárias (KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2002; VELTHUIS, 2002). Mais recentemente, diversos trabalhos mostraram que abelhas sem ferrão do gênero *Melipona* (Apidae, Meliponini; sensu) (MICHENER, 2007) são bem eficientes na buzz-pollination dentro de casas de vegetação (CRUZ et al., 2004, 2005), possuindo diversas vantagens sobre o manejo de *Bombus*, pois não possuem ferrão, são de manejo conhecido (NOGUEIRA-NETO, 1997; VENTURIERI, 2008) e possuem uma grande diversidade de espécies no Brasil (CAMARGO; PEDRO, 2008).

O uso de abelhas para polinização de Solanáceas, principalmente tomateiro, é baseado no manejo de *Bombus terrestris*, espécie proveniente do continente europeu. Contudo, a introdução dessa abelha em muitas regiões do mundo gerou problemas de hibridização e competição com espécies locais (INARI et al., 2005). A alternativa para a solução desse problema é o emprego de espécies nativas. Entre os meliponineos, as abelhas do gênero *Melipona* promovem polinização por vibração (CRUZ et al., 2004, 2005; CRUZ, 2009; SANTOS et al., 2009; VENTURIERI, 2009).

A tecnologia de cultivo de hortaliças em casa de vegetação é pouco utilizada na maioria das regiões do Brasil, contudo, essa é uma tendência natural em situações de intensa horticultura, trazendo muitos benéficos ao cultivo de diversas espécies. Na Amazônia Oriental, o cultivo de hortaliças em ambientes protegido é favorecido, entre outros fatores, principalmente pelo controle do excesso de água, que entre os meses de fevereiro a maio alcançam níveis muito elevados de pluviosidade (média acima de 400 mm mensais), inviabilizando o cultivo de diversas espécies, como por exemplo, o de tomate, muito sensível à ação da bactéria *Ralstonia solanacearum* (BAPTISTA et al., 2007).

Em Belém, PA, as colônias de *M. fasciculata* (uruçu cinzenta) adaptaram-se relativamente bem ao ambiente de casa de vegetação, havendo maior mortalidade de campeiras durante os três primeiros dias. Após esse período, o retorno das operárias à colônia era normalizado e a mortalidade das operárias bastante reduzida.

Testou-se *M. fasciculata* para a polinização de tomate (variedade cereja), berinjela, pimentão verde e pimenta vermelha (Figura 1). Em todas essas espécies o comportamento de polinizador efetivo foi documentado, tendo sido comprovado pelo vingamento dos frutos oriundos das flores visitadas pela abelha em questão (PIRES, 2009).



Fotos: Giorgio Venturieri.

Figura 1. a) *Melipona compressipes* polinizando *Capsicum* sp. (pimenta-doce) e b) *Melipona fasciculata* polinizando *Solanum melongena* (berinjela).

Uso de meliponíneos para a polinização de fruteiras amazônicas

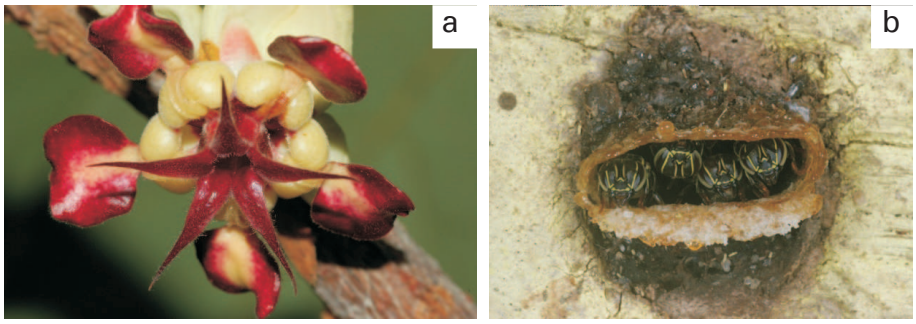
Amazônia é o centro de origem de cerca de 220 espécies frutíferas (GIACOMETTI, 1993). Muitas dessas espécies têm grande potencial de exploração comercial, podendo contribuir com a geração de renda para as populações locais.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* - Sterculiaceae) é uma fruteira arbórea, alógama e de comprovado potencial econômico, atraindo a atenção da agroindústria mundial, por causa do exótico sabor de seus frutos que podem ser utilizados na fabricação de sorvete, suco, geleia, iogurte e licor (CALZAVARA et al., 1984; CLEMENT; VENTURIERI, 1990; VENTURIERI, 1993). As sementes, após secagem, podem ser aproveitadas na fabricação do cupulate (um tipo de chocolate de cupuaçu) (CALZAVARA et al. 1984; CAVALCANTE, 1988).

Venturieri (1993) afirma que em espécies como *T. grandiflorum*, onde é necessária a presença de um vetor (inseto) para transferir o pólen entre as flores, os eventos relativos à biologia floral tais como antese, liberação e viabilidade do pólen, receptividade do estigma, assim como o horário de visita dos polinizadores, devem estar sincronizados entre flores de plantas compatíveis em toda a população ou parte dela. A falta de sincronia entre esses fatores afeta diretamente o sucesso reprodutivo e pode ser a causa da desproporção entre flores e frutos produzidos.

A melhor maneira de contornar estas necessidades reprodutivas, objetivando uma maior produtividade, é a saturação das áreas plantadas com polinizadores compatíveis com a complexa biologia reprodutiva do cupuaçuzeiro. Neste sentido, Gribel et al. (2006, 2008) têm investido na utilização de algumas espécies de meliponíneos muito pequenos, do

gênero *Plebeia*, *Paratrigona* e *Trigonisca*. Segundo esses autores, após a introdução de colônias desses meliponíneos em plantios comerciais, um maior número de frutos foi obtido, abrindo um emprego econômico para essas pequenas abelhas, já que as colônias das abelhas desses gêneros não chegam a produzir mais do que 50 g de mel por ano (Figura 2).

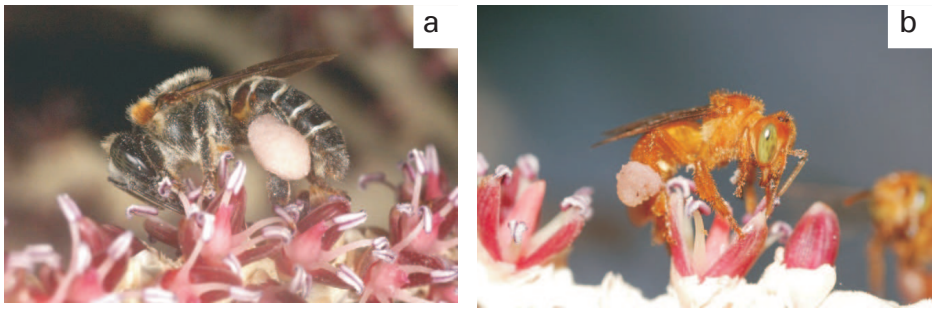


Fotos: Giorgio Venturieri.

Figura 2. a) Flor de cupuaçuzeiro (*Theobroma garandiflorum*) e b) entrada de uma colônia de *Paratrigona peltata*, espécie utilizada para o incremento da polinização natural de cupuaçuzeiro.

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* - Arecaceae), uma palmeira nativa do estuário amazônico, pode ser considerada a mais importante fruteira para a economia da Amazônia da atualidade, tendo conquistado o mercado nacional e em franca conquista de mercados internacionais. Segundo o IBGE (2009), em 2006 o açaí foi o produto florestal madeireiro mais importante do Brasil, gerando uma renda de R$ 103,2 milhões.

O açaizeiro é altamente dependente de polinização cruzada, necessitando de insetos para a formação de seus frutos. A sua polinização é feita principalmente por insetos, destacando-se as abelhas sem ferrão (VENTURIERI, 2008). A introdução e avaliação do impacto na produção de frutos em plantios comerciais, através do manejo de colônias de meliponíneos, abelhas nativas da Amazônia, para a polinização do açaizeiro é necessária a complementação do seu sistema produtivo, podendo, também, contribuir na produção de mel e pólen de abelhas nativas (Figura 3). A comprovação positiva e o impacto na produtividade dessa prática poderá, também, contribuir com a geração de uma nova economia para a região, a do comércio de colônias e serviços de polinização por abelhas nativas, produzidas artificialmente pelo manejo racional.

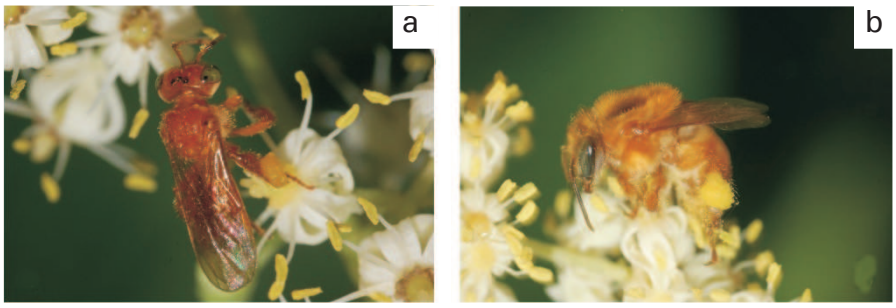


Fotos: Giorgio Venturieri.

Figura 3. Abelhas polinizadoras do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) a) uruçu-cinzenta (*Melipona fasciculata*) e b) *Trigona pallens*.

O taperebazeiro ou cajazeira (*Spondias mombin* - Anacardiaceae) é uma fruteira originária da América tropical, comum na região amazônica, onde ocorre em estado silvestre. Os frutos são largamente comercializados, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, podendo ser consumidos in natura ou na forma de sucos, sorvetes, picolés, cremes e musses (AZEVEDO et al., 2004; QUEIROZ, 2000) tornando viável a exploração agroindustrial dessa fruteira (SOUZA, 2000). São raros os pomares comerciais plantados, fazendo com que as agroindústrias fiquem grandemente dependentes da produção obtida pelo extrativismo.

Estudo realizado no Estado do Pará, por Ramos (2009) em preparação mostrou que os principais insetos polinizadores do taperebazeiro são abelhas e moscas de pequeno a médio porte, principalmente das famílias Apidae (Figura 4) e Syrphidae.



Fotos: Giorgio Venturieri.

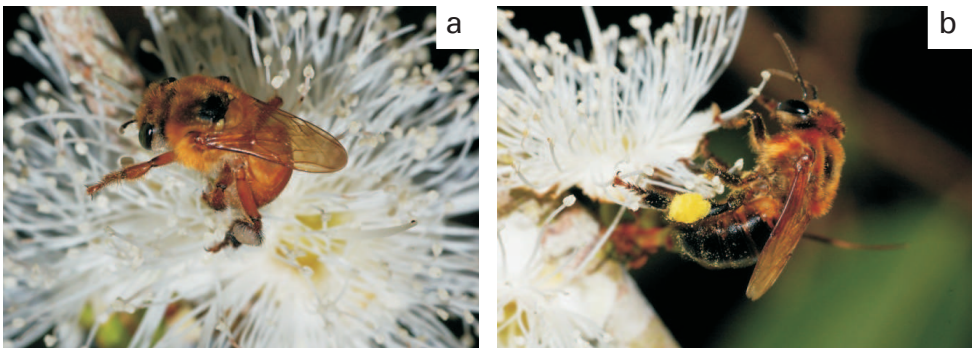
Figura 4. Polinizadores do taperebazeiro (*Spondia mombin*). a) *Trigona pallens* e b) *Melipona flavolineata*.

Um levantamento mais amplo sobre a diversidade de meliponíneos polinizadores do taperebazeiro poderá servir de base para um programa de manejo de polinizadores, contribuindo para o aumento da produtividade em um possível sistema de cultivo para essa promissora fruteira endêmica da região.

O camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* - Myrtaceae) ou caçarizeiro é uma planta cujo consumo de seus frutos tem aumentado significativamente, principalmente, no mercado externo. O Peru tem sido o principal produtor e exportador mundial, contudo, ensaios preliminares desenvolvidos na Embrapa de Amazônia Oriental têm demonstrado a grande capacidade produtiva dessa planta na região. A espécie apresenta potencial de cultivo agronômico e econômico, capaz de colocá-lo ao nível de outras frutas regionais de tradição. A polpa do fruto é utilizada em forma de sucos, sorvetes, vinhos, licores, geleias, doces e coquetéis, destacando-se seu alto conteúdo de vitamina C, três vezes maior do que o da acerola. Outra importante característica é a alta quantidade de antocianinas encontrada em sua casca, quantidades maiores que o açaí e o mirtilo (CLEMENT, 2008). Os Estados Unidos já importam camu-camu da América do Sul para produzir tabletes com nome comercial de "camu-plus", vitamina C natural (MAEDA et al., 2006).

Segundo Peters e Vásquez (1987), estima-se que apenas 46% das flores de *Myrciaria dubia* são polinizadas e que 15% dos frutos abortam antes do amadurecimento. A polinização é feita pelo vento e principalmente por abelhas. As flores do camu-camuzeiro contêm néctares e exalam uma fragrância doce e agradável, indícios melitofilia (Figura 5).

Na Bacia do Rio Ucayali, no Perú foram identificados como polinizadores as abelhas sem ferrão *Melipona fuscopilara* (o certo, provavelmente, é *M. fuscopilosa*) e *Trigona postica* (PETERS; VÁSQUEZ, 1987).



Fotos: Giorgio Venturieri.

Figura 5. Flor de camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia*) sendo polinizada por a) *Melipona flavolineata* e b) *M. seminigra pernigra*.

Na região de Belém, PA, as flores do camu-camuzeiro são visitadas, e muito possivelmente polinizadas, por um grande número de abelhas nativas, destacando-se a espécie *Melipona seminigra* e *M. flavolineata* (Apidae: Meliponini), muito frequentes em suas flores. Maués e Couturier (2002) também relatam sete espécies de meliponíneos como polinizadores efetivos do camu-camuzeiro na região de Belém, PA. Esse grupo de abelha se adapta muito bem ao manejo em caixas racionais de criação (VENTURIERI, 2008), podendo ser utilizada para o aumento da produção de frutos em um sistema de cultivo agrícola.

O urucu (*Bixa orellana* - Bixaceae) é uma planta nativa da América tropical e das Índias ocidentais, cuja espécie é a única representante da família. Seu porte é arbustivo ou de uma pequena árvore (HEYWOOD, 1993). É uma planta largamente cultivada em toda a América Latina, principalmente por pequenos e médios produtores. De suas sementes, são extraídos corantes naturais (bixina e norbixina) utilizados tanto na culinária tradicional como na indústria alimentícia e farmacológica, entre outras.

As flores do urucuzeiro são poliândricas e produzem pólen em abundância, utilizado principalmente por abelhas fêmeas na alimentação de suas larvas. Estão agrupadas terminalmente em inflorescências do tipo cacho de monocásio. O urucuzeiro floresce e frutifica durante quase o ano todo, porém, na região de Belém, PA, nos meses de janeiro a maio há grande produção de botões, flores e frutos. Suas anteras são ditecas, amarelas de deiscência poricida, necessitando para a sua polinização de abelhas que realizem a polinização por vibração. Na região de Belém, PA, as flores começam a abrir antes do amanhecer, em torno das 5h, levando cerca de 1 hora para abrir totalmente, confirmando as observações de Maués e Venturieri (1992).

A produção de néctar está restrita a nectários extra-florais situados na porção terminal do pedúnculo (MAUÉS; VENTURIERI, 1992), frequentemente visitados por formigas carnívoras, que ajudam na proteção da planta contra lagartas e outros insetos fitófagos.

Um grande número de visitantes florais é atraído pela grande abundância de pólen, contudo, para a sua perfeita polinização é necessária a visita de abelhas robustas que realizem vibração. Na região de Belém, PA, os mais importantes polinizadores são abelhas dos gêneros *Xylocopa*, *Bombus* e *Eulaema*, contudo, essas abelhas são difíceis de serem manejadas, com exceção de *Xylocopa frontalis* (FREITAS; OLIVEIRA-FILHO, 2001), não dispondo de uma metodologia de criação e manejo consolidada.

Em estudos realizados em Belém, PA, verificou-se que as flores do urucuzeiro também são polinizadas eficientemente por duas espécies de meliponíneios, *Melipona melanoventer* e *M. fasciculata*, pois dentre os meliponíneos são abelhas consideradas grandes e executam a vibração na coleta de pólen das flores dessa cultura (Figura 6). Essas abelhas são de manejo consolidado, podendo ser facilmente criadas em caixas racionais de criação e introduzidas nas plantações para o incremento da polinização.

Fotos: Giorgio Venturieri.

Figura 6. Flor de urucuzeiro (*Bixa orellana*) sendo polinizada por a) *Melipona fasciculata* e b) *M. melanoventer.*

Diante dos exemplos citados de diversidade de espécies de meliponíneos existentes na Amazônia e dos casos consagrados onde algumas dessas espécies desempenham comprovado papel no aumento da produtividade de diversas culturas agrícolas amazônicas, pode-se considerar esse grupo de abelhas como de grande importância regional, não só pela produção de mel, como prioritariamente são utilizadas, mas também como complemento de sistemas de produção de culturas agrícolas tropicais, contribuindo para o aumento da frutificação pelos serviços de polinização.

Referências

AZEVEDO, D. M.; MENDES, A. M.; FIGUEIRREDO, A. F. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias mombin* L.) – Anarcadiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, p. 534-537, 2004.

BANDA, H. J.; PAXTON, R. J. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. **Acta Horticulturae,** Leuven, n. 288, p. 194-198, 1991.

BAPTISTA, M. J.; REIS JUNIOR, F. B. dos; XAVIER, G. R.; ALCÂNTARA, C. de; OLIVEIRA, A. R. de; SOUZA, R. B. de; LOPES, C. A. Eficiência da solarização e biofumigação do solo no controle da murcha-bacteriana do tomateiro no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 7, p. 933-938, 2007.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J.; CASTRO, M. S. de; VIANA, B. F.; KLEINERT, A.; FONSECA, V. L. I. Connectance of Brazilian social bee - food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, p. 1-9. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bibliografia brasileira de polinização e polinizadores**. Brasília, DF, 2006. 243 p. (Biodiversidade, 16).

BUCHMANN, S. L. Buzz pollination in angiosperms. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.) **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983. p. 73-113.

CALZAVARA, B. B. G.; MULLER, C. H.; KAHWAGE, O. N. N. **Fruticultura tropical**: o cupuaçuzeiro: cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Enomologia, 2008. p. 272-578.

CASTRO, M. S. Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potencial pollinators and their conservators. In: KEVAN, P.; FONSECA, V. L. I. (Org.). **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature. 2 ed. Brasília, DF: MMA, 2006. p. 301-314.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 4. ed. Belém, PA: INPA, 1988. 166 p.

CLEMENT, C. R.; VENTURIERI, G. A. Bacuri and cupuassu. In: NAGY, S.; SHOW P. E.; WARDOWSKI, W. (Ed.). **Fruits of tropical and subtropical origin**: composition, properties, uses. Lake Alfred: Florida Science Source, 1990. p. 178-192.

CLEMENT, C. R. Biodiversidade: um bem a ser valorizado. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, p. 60-62, mar. 2008.

CORTOPASSI-LAURINO, M. C.; FONSECA, V. L. I.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; AGUILAR, I. B.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA NETO, P. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, Paris, v. 37, p. 275-292, 2006.

CRUZ, D. O. **Biologia floral e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L. (campo aberto) e *Melipona quadrifasciata* Lep. (ambiente protegido) na cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil**. 2009. 82 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BONFIM, I. G. A. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 26, 293-298, 2004.

CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BONFIM, 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.

DUCKE, A. Enumeração dos hymenópteros colligidos pela Comissão e revisão das espécies de abelhas do Brasil. **Commissão de Linhas Telegráficas Estratégicas de Mato Grosso ao Amazonas**, [S.l.], v. 35, p. 1-175, 1916.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London: Academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA-FILHO, J. H. **Criação racional de abelhas mamangavas para polinização em áreas agrícolas.** Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001. v. 1.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais**... Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1993. p. 13-27.

GRIBEL, R.; QUEIRÓZ, A. L.; ASSIS, M. G. P.; REIS, V. M. ; LEMES, M. R. Pollination ecology and pollinator management in the Amazonian fruit-tree *Theobroma grandiflorum* (Sterculiaceae). In: ANNUAL MEETING OF THE BRITISH ECOLOGICAL SOCIETY, 2006, Oxford. **Abstracts**... London: British Ecological Society, 2006.

GRIBEL, R.; QUEIRÓZ, A. L.; RIBEIRO, M. G. A.; OLIVEIRA, F. F.; PALACIO, C. **Polinização e Manejo dos Polinizadores do Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. Manaus: INPA, 2008. 32 p.

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

HEYWOOD, V. H. **Flowering plants of the world**. London: Batsford, 1993. 336 p.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura 2009**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1760>. Acesso em: 10 set. 2010.

INARI, N.; NAGAMITSU, T.; KENTA, T.; GOKA, K.; HIURA, T. Spatial and temporal pattern of introduced *Bombus terrestris* abundance in Hokkaido, Japan, and its potential impact on native bumblebees. **Population Ecology,** Tokyo, v. 47, p. 77-82, 2005.

KERR, W. E. **Biologia e manejo da tiúba**: abelha do Maranhão. São Luís: EDUFMA, 1996. 140 p.

KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA. V. L. I. (Ed.). **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, 2002. 313 p.

MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L. K. O; CHARR, J. M. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (Myrciaria dubia McVaugh). **Ciência da Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 70-74, 2006.

MAUÉS, M. M.; COUTURIER, G. Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 441-448, 2002.

MAUÉS, M. M.; VENTURIERI, G. C. Aspectos da biologia floral do urucuzeiro (***Bixa orellana***) na região de Belém – Pará. In: Reunião Técnico-científica sobre o Melhoramento genético do urucuzeiro, 1, 1991, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1992. p. 82-89. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 69).

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington, DC: USDA, Agricultural Research Service, 1976. 411p.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2nd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007. 912 p.

NASCIMENTO, P. T. R.; OVERAL, W. L. Contribuições entomológicas de Adolpho Ducke: taxônomia e bibliográfia. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi; Zoologia**, Belém, PA, v. 95, p. 1-22, 1979.

NAZARÉ, R. F. R. de; BARBOSA, W. C.; VIEGAS, R. M. F. **Processamento das sementes de cupuaçu para obtenção de cupulate**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1990. 38 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 108).

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

PETERS, C. M.; VÁSQUEZ, M. A. Estudios ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*). I. Producción de frutos em poblaciones naturales. **Acta Amazônica,** Manaus, v.16, n.17, p.161-173, 1987.

PIRES, N. V. C. R. **Efeitos da alimentação artificial protéica em colônias de uruçu-cinzenta (*Melipona fasciculata,* Smith 1858) (Apidae, Meliponini) e adaptação em casa-de-vegetação.** 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Portland: Timber Press. 480 p., 1996.

RAMOS, M. da C. **Ecologia da polinização de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no Município de Santo Antônio do Tauá**. 2009. 64 p. Dissertação de Mestrado em Zoologia – Universidade Federal do Pará, 2009.

QUEIROZ, J. A. L. **Produção de mudas de taperebá.** Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 3 p. (Embrapa Amapá. Recomendações Técnicas, 11).

RAMALHO, M.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review. **Apidologie,** Paris, v. 21, p. 469-488, 1990.

REBELO, J. M. M.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da região setentrional do Estado do Maranhão, Brasil. In: MELO, G. A. R.; SANTOS, I. A. dos. (Ed.). **Apoidea neotropica**: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma: UNESC, 2003. p. 265-278.

RÊGO, M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; VENTURIERI, G. C. Menos locais para ninhos. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 50-51, abr. 2008.

SANTOS, S. A. dos; ROSELINO, A. C. HRNCIR, M.; BEGO, L. R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 8, p. 751-757, 2009.

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.; TACK, A. J. M.; SOMMEIJER, M. J. The effect of intrinsic and extrinsic factors on flower constancy in stingless bees. **Apidologie,** Paris, v. 34, p. 457-468, 2003.

SOUZA, F. X. de. Efeito do porta-enxerto e do método de enxertia na formação de mudas de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 22, p. 286-290. 2000.

VELTHUIS, H. H. W. The historical background of the domestication of the bumble bee, *Bombus terrestris,* and its introduction in agriculture. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. p. 177-184.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu**: a espécie, sua cultura, usos e processamentos. Belém, PA: Clube do Cupu, 1993.108 p.

VENTURIERI, G. C. **Contribuições para a criação racional de meliponíneos amazônicos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 26 p. il. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 330).

VENTURIERI, G. C. The impact of forest exploitation on Amazonian stingless bees (Apidae, Meliponini). **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 8, p. 684-689, 2009.

WESTRICH, P. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. In: MATHESON, A.; BUCHMANN, S. L.; O´TOOLE, C.; WESTRICH, P.; WILLIANS, I. (Ed.). **The conservation of bees**. New York: Academic Press, 1996. p. 1-16.

Biodiversidade de Abelhas em Zonas de Transição no Maranhão

Márcia Maria Corrêa Rêgo[1]; Patrícia Maia Correia de Albuquerque[1]

Resumo

A fauna de abelhas no Estado do Maranhão é estimada em 640 espécies sendo, até o momento, apenas 23%, (153 espécies) reconhecidas. Nas áreas de Cerrado destacam-se os Meliponini e Cendridini. Nesse ambiente, os muricis, espécies do gênero *Byrsonima* são considerados, plantas-bandeira, por atrair às suas inflorescências uma grande diversidade de abelhas de diferentes guildas. Na região da Baixada Maranhense, ambiente com diversas formações vegetais, prevalecem as abelhas sociais especialmente os Meliponini e Apini. Nessa área, *Mouriri acutiflora*, uma espécie de Melastomataceae e espécies aquáticas da família Pontederaceae, principalmente, garantem os recursos florais para as *Melipona* e *Apis* que aí são criadas extensivamente. Nas áreas de restinga e dunas destacam-se os Xylocopini e Centridini cujos hospedeiros florais como espécies de *Byrsonima, Myrcia, Cuphea, Caesalpinia, Anacardium*, dentre outros, garantem a sobrevivência de suas populações. A fauna de abelhas no Sul do Estado, onde predomina o Cerrado é pouco conhecida. Há necessidade de inventários nessa região.

Palavras-chave: abelhas, diversidade, hospedeiros florais.

Biodiversity of Bees in Transitional Areas of Maranhão

Abstract

The bee fauna in the state of Maranhão is estimated at 640 species, but so far only 23%, 153 sp are recognized. In the cerrado areas, stand out the Meliponini and Centridini. In this environment the murici,

[1]Bióloga, D.Sc. em Entomologia, professora da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luiz, MA, regommc@uol.com.br, patemaia@hotmail.com

species of the genus *Byrsonima* is treated as plants flag, for attracting to their flowers a great diversity of bees from different guilds. In the Maranhão Lowland, environment with different vegetations, social bees are common, mainly the Meliponini and Apini. In these areas, *Mouriri acutiflora*, a Melastomataceae specie and water species, mainly from Pontederaceae family, ensure the floral resources for *Melipona* and *Apis* that there are raised extensively. In the restinga areas and sand dunes Xylocopini and Centridini are detached. Their floral hosts species, like *Byrsonima, Myrcia, Cuphea, Caesalpinia, Anacardium*, among others guarantee the survival of their populations. The bee fauna in the south of Maranhão, dominated by cerrado is little known. Bee surveys in this region is necessary.

Keywords: bees, diversity, floral hosts.

Introdução

Os primeiros registros sobre diversidade da fauna de abelhas, no Norte e Nordeste do Brasil, foram feitos no começo do século por Ducke (1902, 1906, 1908, 1910), por ocasião de suas explorações botânicas e entomológicas. Inventários sistematizados no Maranhão, entretanto, aconteceram a partir da década de 1990, principalmente nos Cerrado e restinga, ambientes que predominam no Estado. Foram amostrados grupos típicos da região amazônica, outros com ampla distribuição no Neotrópico, além de elementos da região mais seca do Brasil Central, o que foi atribuído à transição que caracteriza o Estado do Maranhão entre a Amazônia, o domínio dos cerrados e das caatingas nordestinas (REBELO et al., 2003).

Dentre as abelhas já inventariadas, os Centridini, "abelhas de óleo", e os Xylocopini revelam-se como os principais polinizadores da flora típica, dos cerrados e da vegetação de dunas, respectivamente, no Maranhão (RÊGO et al., 2007; VIDIGAL, 2008). Outras guildas, a exemplo dos Meliponini, abundantes em ambientes heterogêneos como é o caso da Baixada Maranhense, destacam-se também como polinizadores mais frequentes das plantas dessa região (OLIVEIRA et al., 2010; VIDIGAL, et al., 2010).

Considerando que o conhecimento da diversidade de polinizadores e das suas relações com a comunidade vegetal é fundamental para que ocorra a conservação da biodiversidade (RODARTE et al., 2008), o propósito deste trabalho é inferir sobre a diversidade de abelhas em

áreas de transição, posição em que situa-se o Maranhão, destacando a ação desses polinizadores sobre algumas plantas consideradas "bandeiras" ou importantes sob o aspecto da sustentabilidade local.

Material e Métodos

O Estado do Maranhão tem uma superfície de 328,63 km^2 ou 3,86% do território nacional e localiza-se no Nordeste Ocidental do Brasil, entre 01º 01´e 10º21´07"S e 41º48'30" e 48º50'51" W. Apresenta-se com várias fisionomias vegetacionais, considerando sua posição geográfica, com destaque para os cerrados.

Os cerrados recobrem a região oriental e meridional do Estado, formando os chapadões e as chapadas. Ocupam uma área de 9.800 ha apresentando duas fisionomias distintas: cerrado e cerradão.

A Baixada Ocidental Maranhense é considerada, um ecossistema heterogêneo, sob influência do domínio amazônico, constituindo-se de litoral atlântico, reentrâncias e manguezais; lagoas e terras alagadas durante o período chuvoso formando várzeas; terrenos altos com capoeiras, babaçuais e mata (MARANHÃO, 1978).

Na parte setentrional do Estado destaca-se a vegetação litorânea, com a presença de mangues, dunas e principalmente das restingas. As áreas de restinga possuem uma vasta extensão, complexidade estrutural e diversidade biológica. Entretanto, diversos impactos ocorrem nesse ecossistema, os quais são provenientes da ocupação humana e turismo. Desta forma, gradativamente a composição florística e a fisionomia vegetal se alteram, propiciando assim, a perda de biodiversidade e a introdução de outras guildas não comuns ao ambiente.

Os sítios específicos dos estudos realizados nesses ecossistemas encontram-se descritos na Tabela 1. Os métodos de amostragem das abelhas, nesses sítios foi baseada no método utilizado por Sakagami et al. (1967) e Camargo e Mazucato (1984), coletando-se, também, indivíduos em voo (marcando território, por exemplo). Como método de coleta, também foram utilizados iscas de cheiro e ninhos-armadilhas, além de rede entomológica.

As coletas foram realizadas com intervalo de 25 a 30 dias entre si, durante 12 meses, por dois coletores das 12h às 18h; e nos estudos específicos de caso, por apenas um coletor, durante o período de floração das plantas estudadas.

As abelhas foram identificadas em parte pelos autores e também pelo Prof. Dr. J. M. F. Camargo (FFCLRP, USP), Prof. Pe. J. S. Moure e Profa. Dra. Danúncia Urban (Departamento de Zoologia, UFPR) e Prof. Dr. José Manuel Macário Rebelo (UFMA). Os espécimes testemunhos encontram-se na coleção de referência do Laboratório de Estudos sobre Abelhas (LEACOL), do Departamento de Biologia, da Universidade Federal do Maranhão.

Resultados e Discussão

Nos campos inundados, ambiente conhecido como Baixada Maranhense, um total de 1.265 indivíduos e 61 espécies foram identificadas (Tabela 1).

Na comunidade de abelhas/plantas das dunas secundárias (30 m de altura) da Praia de S. Marcos, São Luis, MA, foram coletados 1.517 indivíduos de abelhas, pertencentes a 29 espécies de abelhas. Posteriormente, foi realizado outro inventário, em outra área de restinga (Curupu), uma ilha muito próxima de São Luís (1.000 m). Nesse estudo, 29 espécies de abelhas (787 indivíduos) foram capturadas. As abelhas de dunas na Praia de Panaquatira, situada em frente à Ilha de Curupu, também foram estudadas, totalizando 3.238 indivíduos de 28 espécies de abelhas amostradas (Tabela 1).

No Cerrado, no Município de Barreirinhas, considerada a área de Cerrado mais próxima do litoral brasileiro, um total de 954 indivíduos, pertencentes a 38 espécies de abelhas foram encontradas (Tabela 1). O Cerrado mais arbóreo – cerradão, no Município de Chapadinha, entretanto, revelou uma fauna mais abundante com 1.444 indivíduos e 41 espécies de abelhas. Nessa área predominaram as abelhas sem ferrão (RÊGO, 1998). A grande densidade de Meliponini foi atribuída à abundância de ninhos encontrados na área amostrada (RÊGO; BRITO, 1996).

Na Tabela 1 encontra-se uma lista atualizada das espécies inventariadas especificamente nos ambientes de cerrado, dunas, restinga e na Baixada Maranhense. A seguir, um resumo retratando o status das abelhas que ocorrem nesses ambientes.

Apidae

Apini

Apis mellifera, assim como em outros estados brasileiros, é comumente amostrada nos mais variados ecossistemas do Maranhão. Em áreas de cerrado do Estado (BRITO, 1994; RÊGO, 1998) era pouco abundante, até a década de 1990, quando comparada a outros táxons, de outras localidades do Brasil (CARVALHO; BEGO, 1996; MARTINS, 1990; PEDRO; CAMARGO, 1991). Em vários municípios foi introduzida a criação racional dessa espécie, o que a longo prazo, deverá mudar os índices de abundância da mesma no Estado.

Seu papel como polinizador a de várias culturas é incontestável (CRUZ; OLIVEIRA, 2007; FREITAS, 1998), porém, seu comportamento de forrageamento, mais competitivo (ROUBIK, 1980) tem sido estudado para verificar seu efeito sobre as abelhas nativas e/ou outros polinizadores (CARMO; FRANCESCHINELE, 2000; CUNHA, 2005; JACOBI, 2002; OLIVEIRA; ROUBIK, 1978).

Na região da Baixada Maranhense e Alto Turi tem coexistindo com as abelhas nativas em processo de extensas criações racionais. Alguns estudos sobre essa espécie, no Maranhão, estão sendo realizados, a princípio, para determinar suas fontes de pólen na região (MENDONÇA et al., 2008).

Bombini

Esse grupo de abelhas é mais diversificado em áreas elevadas, de clima frio (WILLIAMS, 1985). Das 250 espécies reconhecidas no mundo (MICHENER, 2000), apenas seis foram encontradas no Brasil, todas do subgênero *Fervidobombus*: *Bombus atratus*, *B. bellicosus B. brasiliensis*, *B. brevivilus*, *B. morio*, *B. transversalis* (MOURE; SAKAGAMI, 1962). Dessas duas espécies, *B. brevivillus* e *B.transversalis*, ocorrem nas áreas quentes e úmidas da imensa planície amazônica (MOURE; SAKAGAMI, 1962) e apenas a primeira foi reconhecida no Maranhão, onde são pouco abundantes (ALBUQUERQUE et al., 2001). *Bombus brevivillus,* além de ocorrer em parte da Amazônia, monopoliza o Nordeste brasileiro, alcançando além dos limites da Bahia (MARTINS, 1994), Itabapoana, entre o Espírito Santo e Rio de Janeiro (MOURE; SAKAGAMI, 1962). Segundo Zanella (2000a), a distribuição dessa espécie se estende pelos cerrados do Brasil.

Apesar dessas abelhas serem importantes polinizadores de plantas nativas (NADIA; MACHADO, 2005) e de culturas como melão, berinjela, abóbora, pimentão e morango (FISHER; POMEROY, 1989; KEVAN et al., 1991; MONTEMOR; MALERBO, 2009; VELTHUIS; DOOR, 2004), não existem estudos sobre as mesmas no Estado do Maranhão.

Meliponini

Segundo Albuquerque e Rêgo (2000), há no Maranhão cerca de 54 espécies de Meliponini, até então coletadas em diferentes ecossistemas do Estado, o que, quando comparado com o número estimado para a fauna brasileira de 450 espécies (SILVEIRA et al., 2002), equivale a apenas 12% de seu total. Muitas espécies estão sendo encontradas, à medida que novos inventários faunísticos são realizados.

Somente em um inventário realizado no Cerrado ao Sul do Maranhão (RÊGO et al., 2008), um total de 22 espécies, 1.544 indivíduos de abelhas sem ferrão foi amostrado. Dos nove gêneros identificados, de apenas um, *Parapartamona*, não foi encontrado o ninho. Abelhas do gênero *Trigona*, *Scaptotrigona* e *Tetragona* foram as mais comuns na região com 1.007 indivíduos o que representou 65% do total de abelhas coletadas. Um número bem representativo quando comparado ao de outras áreas de Cerrado no Brasil.

Algumas espécies novas foram identificadas, ampliado sua área de ocorrência. As abelhas foram coletadas principalmente sobre flores de pitanguinha-do-cerrado (Rubiaceae), espécies de murici (Malpighiaceae), pequi (*Caryocar brasiliensis*), pau terra (*Qualea parviflora*), pau pombo (*Sclerolobium* aff. *paniculatum*), cajuí (*Anacardium* sp.) ou diretamente de ninhos, em galhos secos de sucupira (*Bowdichia virgilioides*), tronco de pau-terra, folha larga (*Salvertia convallariodora*), no chão ou em termiteiros.

Dentre os gêneros desta tribo, Melikerria, Melipona e Scaptotrigona são considerados importantes na polinização de plantas já estudadas no Maranhão, como: urucu, *Bixa orellana* (SERRA; DRUMMOND, 2006), criuli, *Mouriri acutiflora* (OLIVEIRA, 2010) e espécies de Myrtaceae (VIDIGAL, 2010).

Melikerria e *Melipona* são abundantes em ambientes amazônicos (ALBUQUERQUE et al., 2001, REBELO et al., 2003) e menos frequentes em áreas de Cerrado (BRITO, 1994; RÊGO, 1998). Segundo Rêgo e Albuquerque (2008), as espécies de *Melipona*

abrigam-se em árvores de troncos mais espaçosos, o que está ficando escasso na região do Cerrado maranhense, em função do frequente corte de madeira. Nesse ambiente, algumas plantas destacam-se como "boas moradas" para as abelhas sem ferrão, a exemplo de espécies de Vochysiaceae (RÊGO; ALBUQUERQUE, 2010; RÊGO; BRITO, 1996; SERRA et al., 2009).

Melipona fasciculata, a tiúba do Maranhão, que também ocorre em outras localidades do Brasil como Pará, Minas Gerais e Tocantins (SCHWARZ, 1932; SILVEIRA et al., 2002), é a espécie mais difundida para criação racional, o que tem favorecido sua preservação no Estado, principalmente na região da Baixada Maranhense, um ambiente com misto de formações vegetais, onde ocorrem extensos manguezais, vegetação de restinga, mata e campo aluvial flúvio-marinho (ALBUQUERQUE et al., 2001). Foi considerada um dos principais polinizadores de *Mouriri acutiflora* Naudin (Melastomataceae), planta abundante na região da baixada e muito visitada por abelhas. A atividade de forrageio, da tiúba, nessa espécie vegetal, em determinadas períodos do ano, chegou a ser de 100% (OLIVEIRA, 2010).

Melípona subnitida, a jandaíra do Nordeste brasileiro, foi notificada pela primeira vez no Município de Alcântara (DUCKE, 1910) e desde então, não mais havia sido amostrada. Sua redescoberta é recente (RÊGO; ALBUQUERQUE, 2006). Foi coletada nos Lençóis Maranhenses, área predominantemente constituída de vegetação de restinga. Essa espécie, considerada rara no Estado, vem se estabelecendo no Maranhão pelo Delta do Parnaíba, onde há outros relatos de ocorrência. Sua distribuição é restrita aos estados do nordeste brasileiro - Ceará, Maranhão, Paraíba e Rio Grande do Norte (SILVEIRA et al., 2002). Era considerada até então, como endêmica da Caatinga (ZANELLA, 2000a, 2000b).

É uma espécie que suporta altas temperaturas e está sendo criada racionalmente, no Município de Barreirinhas (Nordeste do Maranhão), como forma, também, de garantir seu repovoamento e preservação. Nidifica e forrageia no mirim, *Humiria basanifera* (Humiriaceae), uma espécie muito abundante na restinga naquela localidade. O gênero *Scaptotrigona*, Moure, 1942 tem, reconhecidamente, oito espécies descritas para o Brasil (SILVEIRA, 2002). Inventários biológicos realizados em diferentes ecossistemas do Maranhão revelaram que existem três espécies desse gênero no Estado (ALBUQUERQUE et al., 2001; BRENHA, 1986; RÊGO, 1989; RODRIGUES, 1996).

Em áreas de Cerrado (Município de Barra do Corda), sua criação racional está voltada para a produção de geoprópolis. Em Balsas (Sul do Maranhão) recentemente foram estabelecidas colônias para a produção de mel (RÊGO et al., 2008). Essas abelhas são importantes visitantes florais e/ou polinizadoras de inúmeras espécies nativas de Myrtaceae, particularmente da cagaita ou cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC) cujos frutos têm potencial valor no ramo culinário e medicinal, servindo como fonte de renda para pequenos agricultores em áreas de Cerrado.

Euglossini

Segundo Rebelo et al. (2003), nesta tribo há uma complexa mistura de espécies de ampla distribuição neotropical, com aquelas próprias das regiões de vegetação aberta do centro-sul brasileiro e as tipicamente amazônicas. Essas abelhas se agrupam em quatro gêneros: *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*, visto que o gênero *Aglae* está restrito ao Norte da América do Sul, estando, portanto, ausente no Maranhão. Em todo o Maranhão há registro de 46 espécies (27 *Euglossa*; 11 *Eufriesea*; 5 *Eulaema* e 3 *Exarete*) (REBELO et al., 2003). Em áreas de Cerrado e restinga há poucos diagnósticos (SILVA et al., 2009). São abelhas associadas à polinização de inúmeras espécies de orquídeas, daí sua denominação de "abelhas de orquídeas", mas também polinizam várias plantas nos mais variados ecossistemas (FRANKIE et al., 1983; ZUCCHI et al., 1969). No Estado do Maranhão, há apenas um estudo de Silva (2008) sobre a interação dessas abelhas com flores.

Dentre os representantes dessa tribo destacam-se, no Maranhão, as abelhas do gênero *Xylocopa*. As espécies de *X. carbonaria*, *X. cearensis* e *X. frontalis* são muito abundantes na vegetação de dunas (Tabela 1). São exímios polinizadores das plantas que comumente ocorrem nesse ambiente (VIDIGAL, 2008). Na restinga de Barreirinhas espécies desse gênero foram considerados os principais polinizadores da catingueira, (*Caesalpinia bracteosa*, Leguminosae-Caesalpinioideae).

Centridini, Tetrapediini e Tapinotaspidini

Conhecidas como "abelhas de óleo" estão subamostradas nos cerrados e restingas no Estado do Maranhão (Tabela 1). Registros mais precisos sobre a diversidade e abundância desses grupos são obtidos principalmente, sobre suas principais fontes de lipídios florais nesses ambientes, onde se destacam plantas da família Malpighiaceae, especialmente as do gênero *Byrsonima* (ALBUQUERQUE, 2007; ALBUQUERQUE; RÊGO, 1989; MENDES et al., 2006; RÊGO; RIBEIRO

et al., 2008), as principais fontes de óleo para a manutenção dessa abelhas no Maranhão.

Novas citações e ampliações de áreas de ocorrência de espécies de *Centris* como *C.(Ptilopotus) moerens*, *C.(Ptilopotus) maranhensis* e *C. vittata* foram descritas em áreas de Cerrado (Balsas e Urbano Santos) no Estado (RAMOS et al., 2007a, 2007b; RÊGO et al., 2007).

Considerando que vários gêneros destas tribos estão sendo revistos, que especialmente os Centridini estão entre os mais ricos em espécies da fauna brasileira, com cerca de 13% do seu total (SILVEIRA, et al., 2002), que são abelhas tipicamente associadas às áreas de Cerrado (ainda pouco inventariadas) e que esse ambiente é preponderante no Maranhão, muitas espécies dessas tribos estão subamostradas no Estado. É fato, também, que as áreas de Cerrado vêm sofrendo um acelerado grau de destruição por queimadas sucessivas, corte e substituição por campos agrícolas, o que diminui consideravelmente os substratos de nidificação e as fontes de alimento para as abelhas, nesse ecossistema, agravando ainda mais o conhecimento da diversidade de espécies.

Megachilidae

No Maranhão foram diagnosticados representantes dos seguintes gêneros: *Megachile*, *Anthidium*, *Hypanthidium* e *Saranthidium* sendo o primeiro, mais bem representado, especialmente nos cerrados e restinga (Tabela 1).

Halictidae

Nesta família destacam-se os Augochlorini, com representantes para os gêneros *Augochlora* e *Augochloropsis* além de *Pereirapsis*, *Pseudoaugochlora* e *Thectochlora*, estes últimos com poucos indivíduos e espécies amostradas no Maranhão (REBELO et al., 2003). Segundo os mesmos autores, Halictini é representado por apenas um gênero: *Dialictus*. Há registro de pelo menos cinco espécies, dentre as quais, duas amostradas em mata amazônica (PEREIRA, 1998): *Dialictus opacus* e *D. osmioides*.

Os Halictidae são visitantes florais de inúmeras espécies de plantas, especialmente as de anteras poricidas e através do comportamento de *buzz pollination* realizam a polinização de suas flores (VIDIGAL, 2008).

Andrenidae

Segundo Silveira et al. (2002), apenas Panurginae e Oxaeinae estão presentes na fauna brasileira. Desses grupos, *Protomeliturga turnerae*, *Oxaea flavescens* e *O. festiva* foram amostradas no Maranhão (RÊGO et al., 2000).

Colletidae

Os membros mais comuns desta família, no Norte do Maranhão, pertencem ao gênero *Hylaeus*, grupo que melhor representa a família nos trópicos e subtrópicos da América do Sul. É representado, no Maranhão, por pelo menos, cinco espécies não identificadas (REBELO et al., 2003).

Considerações finais

O conhecimento sobre a biodiversidade das abelhas que cumprem um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas naturais, pelas interações dessas com suas plantas hospedeiras, é imprescindível para o manejo desses ecossistemas. Sua atuação como exímios polinizadores de muitas plantas nativas e cultivadas deve reforçar a necessidade de políticas públicas direcionadas à sua preservação e manejo, pois é necessário o reconhecimento de que, além de serem um componente importante da biodiversidade, as abelhas são também nossas aliadas na produção de alimentos.

Tabela 1. Espécies de abelhas inventariadas nos ecossistemas de restinga, dunas e cerrado no Estado do Maranhão.

	São Luís1	Barreirinhas2	Vitória do Mearim3	Chapadinha4	Barreirinhas5	Panaquatira6	Curupu7	Anajatuba8
Espécies de Abelhas/ Localidade e Ecossistema	Dunas e Restinga	Cerrado	Baixada	Cerradão	Restinga	Dunas	Dunas	Baixada
APIDAE								
ANDRENINAE								
OXAEINI								
Oxaea sp.						1		
Oxaea festiva Smith, 1854	2		5					
CALLIOPSINI								
Acamptopoeum prinii (Holmberg, 1884)	1							
PROTOMELITURGINI								
Protomeliturga turnerae (Ducke, 1907)	3							
APINAE								
APINI **								
Apis mellifera Linnaeus, 1758	456	85	74	75	99	664		181
BOMBINI							73	
Bombus (Fervidobombus) *brevivillus* Franklin, 1913			14					
MELIPONINI								
Cephalotrigona femorata (Smith, 1854)				7				
Frieseomelitta flavicornis (Fabricius, 1798)		21		2				
F. aff portoi (Friese, 1900)				4				
Melipona sp.					8			
Melipona (Melikerria) *fasciculata* Smith, 1854		7	4	20			7 (2sp)	134
Melipona (Melipona) *subnitida* Ducke, 1910					8			
M.(Michmelia) *rufiventris* Lepeletier, 1836		26		16				
Oxytrigona				12				
Oxytrigona tataíra (Smith, 1863)				19				
Partamona chapadicola Pedro & Camargo, 2003				11				

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies de Abelhas/ Localidade e Ecossistema	São Luís1 Dunas e Restinga	Barreirinhas2 Cerrado	Vitória do Mearim3 Baixada	Chapadinha4 Cerradão	Barreirinhas5 Restinga	Panaquatira6 Dunas	Curupu7 Dunas	Anajatuba8 Baixada
P. (Partamona) *ailyae* Camargo, 1980				7				
P. cupira (Smith, 1863)		50						
Plebeia					41			
P. mosquito (Smith, 1863)		29						
Ptilotrigona lurida (Smith, 1854)				14				
Scaptotrigona polysticta Moure, 1950				137				
S. postica (Latreille, 1807)			331					
Tetragona dorsalis (Smith, 1854)			5	10	2			
T. quadrangula (Lepeletier, 1836)				27				
Trigona fulviventris Guérin, 1835		18	33	159	195			
T. fuscipennis Friese, 1900		4	20	277	21		56	
T. pallens (Fabricius, 1798)		463	152	404			88	
T. recursa Smith, 1863				66				
T. spinipes (Fabricius, 1793)			39	1				
T. truculenta Almeida, 1984				1				
Trigonisca sp.		13	2	1	12			
T. pediculana (Fabricius, 1804)		24		7				
EUGLOSSINI								
Euglossa (Euglossa) *cordata* (Linnaeus, 1758)	9	2	5		1	5		2
Eulaema (Apeulaema) *nigrita* Lepeletier, 1841	37		7	2	4	467	15	2
Eufriesea mussitans (Fabricius, 1787)			3				7	
Eufriesea surinamensis (Linnaeus, 1758)	5					402		8
Eulaema (Apeulaema) *cingulata* (Fabricius, 1804)		1					1	
Euglossa (Euglossa) *townsendi* Cockerell, 1904			1					

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies de Abelhas/ Localidade e Ecossistema	São Luís1 Dunas e Restinga	Barreirinhas2 Cerrado	Vitória do Mearim3 Baixada	Chapadinha4 Cerradão	Barreirinhas5 Restinga	Panaquatira6 Dunas	Curupu7 Dunas	Anajatuba8 Baixada
Centris sp.	5			1	11 (4sp)	197 (6sp)		3
Centris (Centris) *aenea* Lepeletier, 1841	26			120	22	7		
C. (Heterocentris) *analis* (Fabricius, 1804)			11					7
Centris (Trachina) sp.n.		36			23		1	
C. (Centris) *caxiensis* Ducke, 1907		48	3		131		1	6
C. (Ptilotopus) *denudans* Lepeletier, 1841						4	5	
C. (Ptilotopus) *derasa* Lepeletier, 1841			2			1	57	
C. (Centris) *flavifrons* (Fabricius, 1775)	18	21	1		2	41		2
C. (Trachina) *fuscata* Lepeletier, 1841	3		3					
C. (Centris) *decolorata* Lepeletier, 1841	33			1	20	631		4
C. (Trachina) *longimana* Fabricius, 1804		1						
C. (Ptilotopus) *maranhensis* Ducke, 1910		3				3		
C. (Centris) *spilopoda* Moure, 1969	2	2		1				
C. (Ptilotopus) *sponsa* Smith, 1854						2	1	
C. (Hemisiella) *tarsata* Smith, 1874	9	1	8	4		4		
C. (Hemisiella) *trigonoides* Lepeletier, 1841		6	5					6
C. (Centris) *varia* (Erichson, 1848)				2				1
Epicharis (Epicharis) *bicolor* Smith, 1854		1					10	
E. (Epicharana) *flava* (Friese, 1900)			1					2
E. (Epicharis) *umbraculata* (Fabricius, 1804)					6	135		
EMPHORINI								
Ancyloscelis sp.						1		
Ancyloscelis apiformis (Fabricius, 1793)	37		78			5		
Diadasia sp.	5		3					
Diadasina sp.	5							
Diadasina riparia (Ducke, 1907)			6					
Melitoma sp.								9 (2sp)
Melitoma ipomoearum Ducke, 1912			28					2

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies de Abelhas/ Localidade e Ecossistema	São Luís1 Dunas e Restinga	Barreirinhas2 Cerrado	Vitória do Mearim3 Baixada	Chapadinha4 Cerradão	Barreirinhas5 Restinga	Panaquatira6 Dunas	Curupu7 Dunas	Anajatuba8 Baixada
M. segmentaria (Fabricius, 1804)	46		112					106
Melitomella cf *grisescens* (Ducke, 1907)			28				2	
Ptilothrix plumata Smith, 1853	2		4					
ERICROCIDINI								
Mesonychium sp.						100		
Mesonychium asteria (Smith, 1854)	2						21	
Mesoplia sp.						9		
Acanthopus sp.						1		
EUCERINI								
Florilegus sp.								2
Florilegus (Florilegus) cf *condignus* (Cresson, 1878)			1					
F. (Euflorilegus) cf *similis* Urban, 1970			12					
Micronychapis duckei (Friese, 1908)			5					
EXOMALOPSINI								
Exomalopsis sp.								8
Exomalopsis (Exomalopsis) *lissotera* Moure, 1943			5					3
E. (Exomalopsis) *analis* Spinola, 1853	121			4			47	
OSIRINI								
TAPNOTASPIDINI								
Paratetrapedia sp.		12		4				
P. duckei (Friese, 1910)		4		13			9	
Xanthopedia globulosa (Friese, 1899)		1		5				
Paratetrapedia bicolor (Smith, 1854)			3					
Paratetrapedia connexa (Vachal, 1909)								1
NOMADINI								
EPEOLINA								
Triepeolus cf *nobilis* (Friese, 1908)			9					
Odyneropsis sp.					4	38		

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies de Abelhas/ Localidade e Ecossistema	São Luís1 Dunas e Restinga	Barreirinhas2 Cerrado	Vitória do Mearim3 Baixada	Chapadinha4 Cerradão	Barreirinhas5 Restinga	Panaquatira6 Dunas	Curupu7 Dunas	Anajatuba8 Baixada
XYLOCOPINI								
CERATININA								
Ceratina sp.	36 (3sp)		17	1			48(2sp)	
C. (Crewella) *gossypii* Schrottky, 1907		1						
C. (Crewella) *maculifrons* Smith, 1854	12		58		10		134	5
XYLOCOPINA								
Xylocopa (Neoxylocopa) *aurulenta* (Fabricius, 1804)			3					
X. (Neoxylocopa) *carbonaria* Smith, 1854	587	21	14					
X. (Neoxylocopa) *cearensis* Ducke, 1910	4		1		30	394	60	29
X. (Neoxylocopa) *frontalis* (Olivier, 1789)	46	22	20	2	1	126		34
X. (Neoxylocopa) *grisescens* Lepeletier, 1841		13					3	
X. (Schonnherria) *muscaria* (Fabricius, 1775)	1	3	8		1			6
Xylocopa sp.					33 (4sp)			
COLLETINAE								
HYLAEINI								
Hylaeus sp.		4	4					
DIPHAGLOSSINI								
CAUPOLICANINA								
Ptiloglossa sp.								3
HALICTINAE								
AUGOCHLORINI								
Augochlorella sp.	13							2
Augochlora sp.		2(2sp)	2		1		14	2
Augochlora (Augochlora) *caerulior* Cockerell, 1900			2				31	6

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Espécies de Abelhas/ Localidade e Ecossistema	São Luís1 Dunas e Restinga	Barreirinhas2 Cerrado	Vitória do Mearim3 Baixada	Chapadinha4 Cerradão	Barreirinhas5 Restinga	Panaquatira6 Dunas	Curupu7 Dunas	Anajatuba8 Baixada
Augochlora (Oxystoglossella) *thalia* Smith, 1879			9					
Augochloropsis sp.				1				
Augochloropsis crassigena Moure, 1943			5	2				
A. sparsilis (Vachal, 1903)			11				4	1
Megalopta sp.								6
Pseudaugochlora graminea (Fabricius, 1804)		1						
Pseudaugochlora pandora (Smith, 1853)	40				1		75	
HALICTINI								
HALICTINA								
Dialictus sp.					3		13	4
MEGACHILINAE								
ANTHIDIINI								
Dicranthidium arenarium (Ducke, 1907)	2							
Dicranthidium sp.			1					
Epanthidium sp.				1				
Epanthidium tigrinum (Schrottky, 1905)		3						
Hypanthidium sp.			9		4		2	
MEGACHILINI								
Megachile sp.		6(2sp)	88(10sp)	3(3sp)	2			3
Megachile (Sayapis) *cylindrica* Friese, 1906							2	
M. (Tylomegachile) *orba* Schrottky, 1913		2						
N.º indivíduos	1517	954	1281	1444	696	3238	787	590
N.º espécies	29	38	65	41	34	28	29	33

Fonte: Brito (1994), Albuquerque (1998), Rêgo (1998), Albuquerque e Mendonça (1999), Rêgo et al. (2000), Albuquerque et al. (2001, 2007), Martins (2003), Souza (2003); Araújo et al. (2010), Gostinski et al. (2010), Oliveira et al. (2010).

Referências

ALBUQUERQUE, P. M. C. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento em um ecossistema de dunas, na Ilha do Maranhão, MA, Brasil**: composição, fenologia e interações. 1998. 175 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

ALBUQUERQUE, P. M. C. de; REGO, M. M. C. Fenologia das abelhas visitantes de murici (*Byrsonima crassifolia* Malpighiaceae). **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi; Zoologia**, Belém, PA, v. 5, p. 163-178, 1989.

ALBUQUERQUE, P. M. C.; MENDONÇA, J. A. C. Anthophoridae (Hymenoptera; Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazônica,** Belém, PA, **v.** 26, n. 1/2, p. 45-54,1999.

ALBUQUERQUE, P.; RÊGO, M. M. C. Preliminary list of stingless bees (Apidae, Meliponinae) occurring in ecossystems of Maranhão state, Brazil. In: INTERNACIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts**... Londrina: Embrapa Soja, 2000. p. 117. (Embrapa Soja. Documentos, 143).

ALBUQUERQUE, P. M. C.; FERREIRA, R. G.; RÊGO, M. M. C.; SANTOS, C. S.; BRITO, C. M. S. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na região da Baixada Maranhense: Vitória do Mearim, MA, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 31, n. 3, p. 419-430, 2001.

ALBUQUERQUE, P. M. C.; CAMARGO, J. M. F.; MENDONÇA, J. A. C. Bee Community of a Beach Dune Ecosystem on Maranhão Island (MA, Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 50, p. 1005–1018, 2007.

ARAUJO, A. C. A. M.; RIBEIRO, M. H. M.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. Abelhas (Hymenoptera, Apidae) de uma área da baixada maranhense (Anajatuba,MA): abundância, diversidade e sazonalidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 28., 2010, Belém, PA. **Biodiversidade e sustentabilidade**: resumos. Belém, PA: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2010. 1 CD-ROM.

BRENHA, S. L. A. **Abelhas sociais (Apidae: Apoidea) e seus hospedeiros alimentares em São Luís – MA, Brasil**. 1986. 15 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

BRITO, C. M. de. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento no cerrado, Barreirinhas, MA, Brasil.** 1994. 69 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão.

BRITO, C. M. de; RÊGO, M. M. C. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera, Apidae) in a Secondary Forest, Alcântara-MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 61, n. 4, p. 631-638. 2001.

CAMARGO, J. M. F.; MAZUCATO, M., Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Dusenia**, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 55-87.1984.

CARMO, R. M.; FRANCESCHINELE, E. V. Influência de *Apis mellifera* no sucesso reprodutivo de *Clusia arrudae* (Clusiaceae) na Serra da Moeda, MG. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4., 2000, Ribeirão Preto. **Resumos**... Ribeirão Preto: FFCLRP-USP, 2000. p. 337.

CARVALHO, A. M. C.; BEGO, L. R. Studies on Apoidea fauna of Cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia,** São Paulo, v. 40, 147-156. 1996.

CRUZ, D. de O.; OLIVEIRA C. L. Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. **Acta Scientiarum. Biological Sciences,** Maringá, v. 29, n. 4, p. 375-379, 2007.

DUCKE, A. Beobachtungen über Blütenbesuch, Erscheinungszeit etc. der bei Pará vorkommenden Bienen. **Allgemeine Zeitschrift für Entomololologie**, [S.l.], v. 7, p. 417-422, 1902.

DUCKE, A.. Contribution a la conuissance des Hymenopteres dês deux Amériques. **Revue d´ Entomologie**, [S.l.], v. 27, p. 28-87,1908.

DUCKE, A. Explorações botânicas e entomológicas no Estado do Ceará. **Revista Trimestral do Instituto do Ceará**, [S.l.], v. 24, p. 3-61,1910.

DUCKE, A. Neue beobachtungen uber die bienen der Amazonas lander. **Zeitschrift für Wissenschaftliche Insektenbiologie**, [S.l.], v. 2, p. 51-60, 1906.

FISHER, R. M.; POMEROY, N. Pollination of greenhouse muskmelons by bumble bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, p. 1061-1066, 1989.

FRANKIE, G. N.; HABER, W. A.; OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983. p. 411-447.

FREITAS, B. M. A importância relativa de *Apis mellifera* e outras espécies de abelhas na polinização de culturas agrícolas. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3. 1998, Ribeirão Preto. **Anais**... São Paulo: USP, 1998. p.10–20.

JACOBI, C. M. Comportamento de *Apis mellifera* em espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) em campos rupestres. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 5., 2002, Ribeirão Preto. **Anais**... Ribeirão Preto: USP, 2002. p. 345.

KEVAN, P. G.; STRAVES, W. A.; OFFER, M.; LAVERTY, T. M. Pollination of greenhouse tomatoes by bumble bees in Ontario. **Proceedings of the Entomological Society of Ontario**, Ontario, v. 122, p. 15-19, 1991.

MARTINS, C. F. **Estrutura da comunidade de abelhas(Hymenoptera, Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA)**. 1990. 159 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, USP, São Paulo.

MARTINS, C. F. Comunidades de abelhas (Hym.,Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 9, p. 225-257, 1994.

MARTINS, A. C. L. **Levantamento de Abelhas (Hymenoptera, Apoideae) em uma área de Restinga da Ilha de Curupu, MA, Brasil**. 2003. 40 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

MENDES, F.; RÊGO, M. M, C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Melitofilia em flores do "murici vermelho" - *Byrsonima umbellata* (Malpighiaceae). In: REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. (Org.). **Polinização do murici.** São Luis: EDUFMA, 2010. p. 55-60.

MENDONÇA, M.; ALBUQUERQUE, P. M. C de; RÊGO, M. M. C. Recursos florais coletados por *Apis mellifera* em Anajatuba, MA, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 17.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 3., 2008, Belo Horizonte. **Abelhas para humanidade**: produtividade, qualidade e meio ambiente. Belo Horizonte: Confederação Brasileira de Apicultura, 2008.1 CD-ROM.

MICHENER, C. **The bees of the world.** Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2000. 913 p.

MONTEMOR, K. A.; MALERBO SOUZA, D. T. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). **Zootecnia Tropical**, Maracay, v. 27, n.1, p. 97-103, 2009.

MOURE, J. S.; SAKAGAMI, S. F. As mamangabas sociais do Brasil (*Bombus* Latr.). **Studia Entomologica**, Rio de Janeiro, v. 5, p. 65-194, 1962.

MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1058 p.

NADIA, T. de L.; MACHADO, I. C. Polinização por vibração e sistema reprodutivo de duas espécies de *Sauvagesia* L. (Ochnaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 255-265, 2005.

OLIVEIRA, F. S. **Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na praia de Panaquatira, município de São José de Ribamar, MA, Brasil**. 2008. 34 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

OLIVEIRA, F. **Abelhas visitantes de *Mouriri acutiflora* Naudin (Melastomataceae) utilizam o óleo dos elaióforos como recurso floral.** 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

OLIVEIRA, F. S.; MENDONÇA, M. W. A.; VIDIGAL, M. C. S.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 54, p. 82-90, 2010.

OLIVEIRA, M. L.; CUNHA, J. A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 389-394, 2005.

ORLEANS, S.; REGO, M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de; RAMOS, M. C. Abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em área de restinga do nordeste do Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.38, n. 2 p. 186-196, 2009.

PEDRO, S. R. M.; CAMARGO, J. M. F. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L. and native bee comunity Hymenoptera: Apoidea) in a natural "cerrado" ecossystem in southeast Brazil**. Apidologie,** Paris, v. 22, p. 397-415,1991.

PEREIRA, C. Q. B. **Inventário da apifauna em uma área de reserva florestal pré-amazônica, Buriticupu, Maranhão,Brasil**. 1998. 31 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Maranhão. São Luís, Maranhão.

RAMOS, M. C.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Ocorrência de *Centris (Hemisiella) vittata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Centridini) no Cerrado s.l. do Nordeste do Maranhão, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 165-168, 2007a.

RAMOS, M. C.; MENDES, F. N.; REGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Nidificação e forrageamento de *Centris (Ptilotopus) maranhensis* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Centridini). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, p. 1.006-1.010, 2007.

REBELO, J. M. M.; RÊGO, M. M. C; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da Região Setentrional do Estado do Maranhão, Brasil. In: MELO, G. A. R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. (Ed.). **Apoidea Neotropica**: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma: UNESC, 2003. p. 265-278.

RÊGO, M. M. C. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado *s.l.* (Chapadinha-MA, Brasil)**: uma abordagem biocenótica. 1998. 185 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. Árvores do cerrado e seus inquilinos: as abelhas sem ferrão. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 100, p. 42-43, mar.. 2019.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. Comportamento das abelhas visitantes do murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth,Malpighiaceae. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi,** Belém, PA, v. 5, p. 179-193, 1989.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. **Polinização do murici**. São Luís: EDUFMA, 2006. 103 p.

RÊGO, M. M.C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. Redescoberta de *Melipona subnitida D*ucke (Hymenoptera: Apidae) nas Restingas do Parque Nacional dos Lençóis maranhenses, Barreirinhas, MA. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. *35.* n. 3, p. 416-417, 2006.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de; RAMOS, M. C.; MENDES, F. N. Abelhas do cerrado s. l. dos "Gerais de Balsas". In: BARRETO, L. (Org.). **Cerrado Norte do Brasil**. Pelotas: USEB, 2007. p. 157-163.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de; VENTURIERI, G. Biodiversidade de Abelhas sem ferrão (Meliponini) no cerrado de Balsas (Sul do Maranhão, Brasil) e seu manejo como alternativa de sustentabilidade e conservação. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília, DF. **Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 1 DVD.

RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. G. de; VENTURIERI, G. Menos locais para ninhos. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 247, p. 50-51, 2008.

RÊGO, M. M. C.; BRITO, C. Abelhas sociais (Apidae:Meliponini) em um ecossistema de cerrado s.l.(Chapadinha-MA): distribuição de ninhos. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2., 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 1996. p. 238-247.

RÊGO, M. M. C.; SANTOS, C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; FERREIRA, R. Aspectos ecológicos das abelhas Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) de Vitória do Mearim, Baixada Ocidental do Estado do Maranhão, Brasil. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, PA, v. 16, n. 2, p. 99-133, 2000.

RIBEIRO, E. K. D.; REGO, M. M. C.; MACHADO, I. C. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* Kunt (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botânica Brasilica**. Brasília, DF, v. 22, p. 165-171, 2008.

RODARTE, A. T. A..; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 301-312, 2008.

RODRIGUES, J. O. **Levantamento das abelhas de capoeira,São Luís, MA, Brasil**. 1996. 54 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís,.

ROUBIK, D. W. Competitive interactions between neotropical pollinators and Africanized honey bees**. Science**, Washington, DC, v. 201, p. 1030-1032,1978.

ROUBIK, D. W. Foraging behavior of competing africanized honey bees and stingless bees*.* **Ecology,** Tempe, v. 61, n. 4, p. 836-845, 1980.

ROUBIK, D. W. Experimental community studies: Timeseries tests competition between african and neotropicalbees. **Ecology**, Tempe, v. 64, n. 5, p. 971-978, 1983.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil: preliminary report**. Journal of the Faculty of Science**, Série Zoology, Hokkaido, v. 16, n. 2, p. 253-291, 1967.

SERRA, B. D. V.; DRUMMOND, M. S. Relações ecológicas Urucum/Abelhas nativas em comunidades rurais no Nordeste do Maranhão. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 7., 2006, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2006. 1 CD-ROM.

SERRA, B. D. V.; DRUMMOND, M. S.; LACERDA, L. de M.; AKATSU, I. P. Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas Meliponina (Hymenoptera, Apidae, Apini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em áreas de cerrado do Maranhão. **Iheringia***,* Porto Alegre, *v.* .99, n.1, p. 12-17, 2009.

SILVA, O. **Euglossina (Hymenoptera, Apidae) e suas interações com plantas de resina em área de restinga do entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

SILVA, O.; RÊGO, M. M.C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RAMOS, M. Abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em área de restinga do Nordeste do Maranhão, Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, n. 38, p. 186-196, 2009

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Relatório Técnico da Secretaria de Planejamento do Estado do Maranhão.** São Luís: SEPLAN**,** 1978, 112 p.

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

SOUSA, E. S. **Abelhas Sociais (Hymenoptera, Apidae) em uma Área de restinga: abuundância relativa, sazonalidade e recursos florais na Ilha de Curupu, MA, Brasil**. 2003. 36 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

SCHWARZ, H. F. The genero *Melipona.* **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, v. 63, p. 231-460, 1932.

VIDIGAL, M. C. S. **Flora visitada e utilização dos recursos florais por abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de dunas na praia de Panaquatira, município de São José de Ribamar, MA, Brasil**. 2008. 43 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís,.

VIDIGAL, M. C. S. **Sistema de polinização e reprodução de duas espécies de Myrtaceae em uma região da baixada maranhense**. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

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

WILLIAMS, P. H. A preliminary cladistic investigation relationships among the bumblebees. **Systematic Entomology**, London, v. 10, p. 239-255, 1985.

ZANELLA, F. C. V. The bees of the caatinga (Hymenoptera,Apoidea, Apiformes): a species list and comparative note regarding their distribution. **Apidologie**, Paris, v. 31, p. 579-592, 2000a.

ZANELLA, F. C. V. Padrões de distribuição geográfica das espécies de abelhas que ocorrem na caatinga (NE do Brasil). In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4., 2000, Ribeirão Preto. **Anais**..., Ribeirão Preto: USP, 2000b. p. 197-203.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S. F. & CAMARGO, J. M. F.. Biological observations on a neotropical parassocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). A comparative study. **Journal of the Faculty of Science**, Série Zoology, Hokkaido, v. 17, p. 271-382, 1969.

Polinização de Algumas Culturas Agrícolas

Polinização da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)

Marcelo Casimiro Cavalcante[1]; Márcia Motta Maués[2]; Breno Magalhães Freitas[3]

Resumo

O estudo foi realizado na Fazenda Agropecuária Aruanã, Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas, numa área de 3.600 ha de cultivo de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). Os dados foram coletados de outubro a dezembro de 2007, investigando-se os visitantes florais e a polinização da castanheira-do-brasil, visando conhecer os visitantes florais e potenciais polinizadores e determinar os requerimentos de polinização da cultura. Foram estudados a biologia floral e os requerimentos de polinização; a riqueza, diversidade e abundância dos visitantes florais em função do período de florescimento da cultura (5%, 25% e 50%); o comportamento de forrageio das abelhas visitantes florais, bem como o vingamento inicial e número de sementes por fruto nos diferentes testes de polinização (polinização aberta, restrita, cruzada manual, geitonogamia manual e autopolinização manual). Os resultados mostraram que 19 espécies de abelhas, de três famílias, coletaram néctar e pólen durante todo o dia. As espécies de abelhas mais abundantes e frequentes na área de estudo, durante todo o período da florada, foram *Xylocopa frontalis* (63%) e *Eulaema mocsaryi* (12%). Os níveis de polinização natural da cultura encontraram-se abaixo do seu potencial de vingamento quando comparados com a polinização induzida manualmente. A castanheira permite pequeno

[1]Zootecnista, M.Sc. em Produção Animal, doutorando da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, marcelufc@yahoo.com.br

[2]Bióloga, D.Sc. em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, marcia@cpatu.embrapa.br

[3]Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Abelhas e Polinização, professor da Universidade Federal do Ceará UFC), Fortaleza, CE, freitas@ufc.br

percentual de geitonogamia (3,85%) para o vingamento inicial, porém, este é significativamente menor ($p > 0,01$) que a polinização cruzada manual (19,33%), a qual é mediada por agentes bióticos. O número de sementes viáveis diferiu significativamente ($p > 0,05$) entre os tratamentos, onde a polinização natural e polinização cruzada manual foram semelhantes entre si e superiores à geitonogamia. Conclui-se que, em função do comportamento de forrageio, as espécies *E. mocsaryi* e *X. frontalis* podem ser considerados os principais polinizadores de *Bertholletia excelsa* sob condições de cultivo. A riqueza, diversidade e abundância de visitantes florais e polinizadores potenciais podem estar relacionadas à floresta do entorno que promove ambiente propício para manutenção dos mesmos no período de não florescimento da cultura.

Palavras-chave: abelhas, biodiversidade, castanheira-do-brasil, eficiência de polinização, polinizadores.

Pollination of Para nut (*Bertholletia excelsa*)

Abstract

This study was carried out in Aruanã farm, municipality of Itacoatiara, in the State of Amazonas, Brazil, in an area of 3,600 ha cultivated Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*). Data were collected from October to December 2007, to investigate floral visitors and the pollination of grafted Brazil nut trees cultivated in Central Amazon Forest, aiming to maximize the crop productivity. Floral biology and pollination requirements of this crop were assessed, as well as richness, diversity and abundance of floral visitors in relation to the flowering phase of the trees (5%, 25% and 50%); foraging behavior of bees visiting the flowers, initial fruit set and number of seeds set per fruit in hand and bagging pollination experiments (open pollination, restricted pollination, hand cross-pollination, hand self-pollination and hand geitonogamy). Results showed that 19 bee species, belonging to three Families, visited the flowers all-day long collecting nectar and pollen. The most abundant and frequent species in the area, during the whole blooming period, were *Xylocopa frontalis* (63%) and *Eulaema mocsaryi* (12%).

Natural pollination rates showed to be lower than the crop's potential observed by hand pollination. The Brazil nut tree allows geitonogamy (3.85%) in initial fruit set, but its level is significantly lower ($p > 0,01$) than that of hand cross-pollination (19.33%), which needs biotic pollinators, in this case large-sized bees, to accomplish successful pollination. The number of viable seeds varied significantly ($p > 0.05$) among treatments showing that open pollination and hand cross-pollination produced similar results among them, but superior than geitonogamy. The foraging behavior of *E. mocsaryi* and *X. frontalis* led to the conclusion that they are the main pollinators of Bertholletia excelsa under cultivated conditions in that area. Richness, diversity and abundance of flora visitors and potential pollinators can be related to the surrounding forest which provides adequate environment to keep pollinators in periods of the year when the crop is not blooming.

Keywords: bees, biodiversity, Brazil nut, pollination efficiency, polllinators.

Introdução

A castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), uma das riquezas da Floresta Amazônica, representa importante componente na pauta de exportação da região. Sua exploração desempenha papel fundamental na organização socioeconômica de grandes áreas extrativistas da Floresta Amazônica (SILVA, 2002). No ano de 2008, a produção chegou a 30.815 mil toneladas, sendo mais de 90% destinadas ao exterior, atingindo o 20º lugar no ranking mundial de exportações de castanha (IBGE, 2008).

A produção de frutos da espécie em estado nativo é bastante baixa: apenas 0,28% a 0,40% das flores produzidas vingam em frutos e, grandemente influenciada pela visitação das abelhas, seus polinizadores potenciais (PINHEIRO; ALBUQUERQUE, 1968; ZUIDEMA, 2003). Assim, em áreas cultivadas o esquema do plantio pode influenciar diretamente a riqueza, diversidade e abundância, bem como na taxa de visitação das abelhas, impactando diretamente na produtividade da cultura (RICKETTS et al., 2008).

Na Amazônia existem algumas iniciativas de cultivo de castanheira visando seu potencial produtivo. No entanto, são escassas as informações sobre a polinização desses indivíduos mesmo em

ambientes naturais, apesar de sua importância para o estabelecimento de plantações e atividades de enriquecimento (ZUIDEMA, 2003).

O presente trabalho objetivou investigar como ocorre a polinização de castanha-do-brasil em uma área de monocultivo de larga escala.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Aruanã, localizada na Rodovia Manaus-Itacoatiara, km 215, Município de Itacoatiara, Estado do Amazonas, entre as coordenadas geográficas 3° 0'30.63"S e 58°50'1.50"O. A área total da propriedade compreende 12.000 ha, dos quais 3.600 são destinados ao monocultivo de 20 variedades de castanha-do-brasil, com espaçamento de 20mx20m, entre as linhas do plantio, perfazendo um total de aproximadamente 1.300.000 árvores. Dessas, 318.000 são árvores de castanheira-do-brasil enxertadas, em fase de início de produção de frutos, e 900.000 árvores destinadas à produção de madeira, além de áreas para reposição florestal conforme normas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

O plantio é dividido em blocos que variam de 200 ha a 600 ha, onde as castanheiras são plantadas em linhas com espaçamento de 10mx10m e 20mx20m. Entre os blocos existem faixas de 500 m de mata nativa, além de faixas de aproximadamente 12 m de mata secundária entre os cultivos de castanheiras.

Foram escolhidas cinco árvores adultas, de três variedades distintas (Abufari, 609 e Desconhecida), em fase de floração. Foram montadas estruturas de madeira (andaimes) de forma a permitir o acesso às flores para a coleta de dados referentes à biologia floral da espécie, testes de polinização, bem como registros de frequência e abundância dos visitantes florais de *B. excelsa*.

Resultados e Discussão

Foram observadas 19 espécies de abelhas (Tabela 1) visitando as flores, entretanto, três delas (*Apis mellifera*, *Frieseomelitta longipes* e *Melipona lateralis*), em função do tamanho corporal, não conseguiam penetrar na flor e acessar as partes os verticilos reprodutivo, não

contribuindo, assim, para a polinização desta planta. Das outras 16 espécies compatíveis com a polinização de *B. excelsa*, 12 (*Epicharis conica*, *E. zonata*, *E. flava*, *E. umbraculata*, *Eufriesea purpurata*, *E. flavicentris*, *Bombus transversalis*, *Centris americana*, *C. ferruginea*, *C. carrikeri*, *Eulaema cingulata* e *Megachille* sp.) foram consideradas como polinizadores legítimos, porém, de menor importância, por apresentarem baixa frequência e abundância de indivíduos dentro do plantio. As quatro espécies restantes, *Xylocopa frontalis*, *Eulaema mocsaryi*, *Eulaema meriana* e *Centris denudans*, foram as mais frequentes (63%, 12%, 7% e 6%, respectivamente) (Figura 1) e abundantes (261, 66, 36 e 31 indivíduos, respectivamente) (Figura 1) durante todo o florescimento realizando visitas legítimas. Dessas, *X. frontalis* e *E. mocsaryi* iniciavam a coleta de néctar e pólen nos primeiros raios solares, se estendendo até o período da tarde com uma média de, respectivamente, 11,33 e 4,36 visitas por árvore e com duração média de, respectivamente, 11,63 e 15,34 segundos cada. Outros estudos também identificaram parte dessas espécies como visitantes florais e polinizadores de *B. excelsa* (ARGOLO; WADT, 2003; MÜLLER et al., 1980; PRANCE, 1979; SANTOS, 2007; ZUIDEMA, 2003).

Essa riqueza e diversidade de espécies de abelhas na área do estudo são favorecidas pela vegetação de mata nativa e secundária no entorno da cultura, uma vez que o plantio é circundado por floresta ombrófila densa. Mesmo existindo uma fragmentação do ecossistema natural, através do plantio de grandes áreas de castanheiras, essas abelhas têm capacidade de voar longas distâncias em busca dos recursos florais para alimentar suas crias e a si mesmas. Entretanto, Kremen et al. (2007) afirmam que o desmatamento para a instalação de monoculturas leva à redução do habitat e à perda da sua conectividade funcional, provocando alterações em larga escala na paisagem natural e criando um ambiente hostil para os polinizadores ao eliminar as fontes primárias de recursos alimentares e locais de nidificação (KREMEN et al., 2002).

Tabela 1. Visitantes florais e polinizadores da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em cultivo, no município de Itacoatiara, AM - 2007.

Familia	Espécies	Sexo
Anthophoridae	*Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789)	
Anthophoridae	*Epicharis (Epicharama) flava* (Friese, 1900)	
Anthophoridae	*Epicharis (Epicharana) cônica* (Smith, 1874)	
Anthophoridae	*Epicharis (Epicharis) umbraculata* (Fabricius, 1804)	
Anthophoridae	*Epicharis (Parepicharis) zonata* (Smith, 1854)	
Anthophoridae	*Centris (Ptilotopus) americana* (Klug, 1810)	
Anthophoridae	*Centris (Heterocentris) carrikeri* (Cockerell, 1919)	
Anthophoridae	*Centris (Xanthemisia) ferruginea* (Lepeletier, 1841)	
Anthophoridae	*Centris (Ptilotopus) denudans* (Lepeletier, 1841)	
Apidae	*Eulaema (Eulaema) meriana* (Olivier, 1789)	
Apidae	*Eulaema (Apeulaema) mocsaryi* (Friese, 1899)	
Apidae	*Eulaema (Apeulaema) cingulata* (Fabricius, 1804)	
Apidae	*Bombus (Fervidobombus) transversalis* (Olivier, 1789)	
Apidae	*Eufrisea purpurata* (Mocsary, 1896)	
Apidae	*Eufrisea flaviventris* (Friese, 1899)	
Apidae	*Apis mellifera scutellata* (Lepeletier, 1836)	
Apidae	*Frieseomelitta longipes* (Smith, 1854)	
Apidae	*Melípona (Michmelia) lateralis* (Erichson, 1848)	
Megachilidae	*Megachile* sp.1	

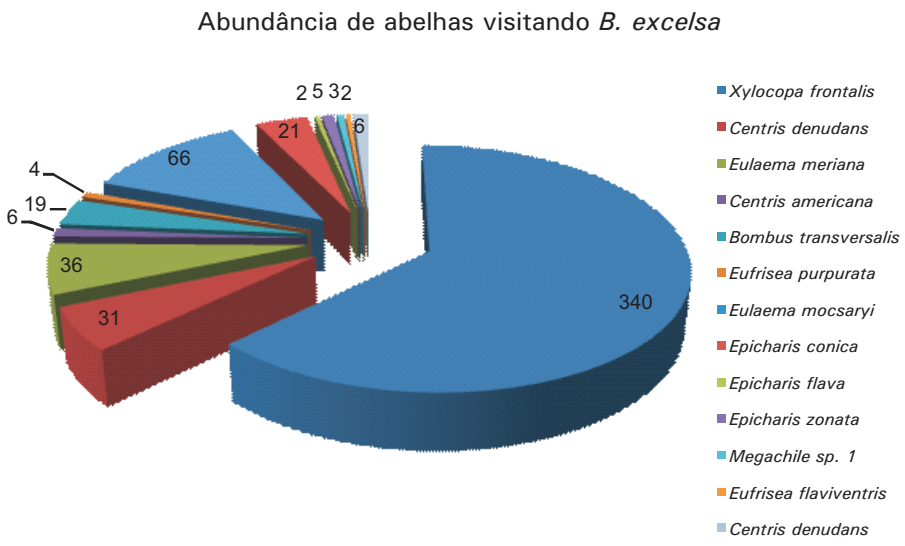


Figura 1. Abundância relativa das abelhas coletadas nas flores durante todo período de floração da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), no Município de Itacoatiara, AM, em 2007.

Os resultados referentes aos requerimentos da espécie sob cultivo mostraram que os níveis de polinização natural observados na cultura (3,05%) são significativamente menores ($p < 0,01$) do que o seu potencial máximo, obtido por meio da polinização cruzada manual (19,33%), mostrando que a cultura encontrava-se em deficit de polinização, e semelhante ($p > 0,05$) àquele obtido por meio da polinização manual com o pólen de flores da mesma planta (geitonogamia - 3,85%) para o vingamento inicial (Tabela 2).

De um lado, autopolinização manual (pólen da própria flor) não vingou frutos, mostrando autoincompatibilidade completa nessa espécie vegetal. Por outro lado, houve germinação do pólen e desenvolvimento de tubo polínico em todos os outros tratamentos aplicados, sugerindo autoincompatibilidade ovariana já que houve aborto de frutos ainda em fase de desenvolvimento inicial.

Tabela 2. Vingamento inicial de frutos de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em flores submetidas à polinização livre, isoladas com filó, cruzada manual, autopolinização manual e geitonogamia.

Tratamentos	n	Frutos vingados	% vingamento
Polinização livre	655	20	3,05
Polinização restrita com filó	326	0	0
Polinização cruzada manual	159	29	19,33
Autopolinização manual	98	0	0
Geitonogamia	78	3	3,85

Valores seguidos por letras iguais na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Conclusões

Os principais visitantes florais da castanheira-do-brasil em condições de cultivo na Amazônia Central são 21 espécies de himenópteros, das famílias Anthophoridae, Apidae e Megachilidae, dos quais 19 podem ser consideradas polinizadores da espécie vegetal.

Apesar do grande tamanho da área cultivada, foi encontrada uma grande diversidade e abundância de espécies de abelhas visitantes florais provavelmente em função dessas abelhas voarem longas distâncias e pela floresta do entorno propiciar ambiente favorável para sobrevivência desses polinizadores no período de não florescimento da cultura.

A baixa produtividade resultante da polinização natural pode advir da forma predominante de polinização que vem ocorrendo na área cultivada: a geitonogamia, por causa do hábito de forrageio das abelhas de visitarem várias flores da mesma planta antes de mudarem para outra árvore. Isso fica mais ressaltado ainda, em função dos clones das 20 variedades serem cultivados lado a lado e em grandes extensões.

Agradecimentos

À Empresa Agropecuária Aruanã, pelo espaço cedido à execução do trabalho e ao proprietário Senhor Sérgio Vergueiro, pelo incentivo à pesquisa e apoio. Ao Dr. Warwick Kerr pela indicação da propriedade. À Capes, pela bolsa de estudos que possibilitou a condução do trabalho. À Universidade Federal do Ceará.

Referências

ARGOLO, V.; WADT, L. H. O. de. Abelhas visitantes de flores de *Bertholletia excelsa* em área de plantio e floresta nativa – Rio Branco Acre. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. 3 CD-ROM.

CAVALCANTE, M. C. **Visitantes florais e potenciais polinizadores da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.), na Floresta Amazônica**. 2008. 77 f. Tese (Mestrado) – Universidae Federal do Ceara, Fortaleza.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2008. Disponível em: <http:// www.ibge.gov. br/home/estatistica/economia/pevs/2008/default.shtm>. Acesso em: 8 set. 2010.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington, DC, n. 99, p. 16.812-16.816, 2002.

KREMER, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VÁSQUEZ, D. P.; WINFREE, R.; ADAMS, L.; CRONE, E. E.; GREENLEAF, S. S.; KEITT, T. H.; KLEIN, A. M.; REGETZ, J.; RICKETTS, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, Hoboken, n. 10, p. 299-314, 2007.

MÜLLER, C. H.; RODRIGUES, I. A; MÜLLER, A. A.; MÜLLER, N. R. M. **Castanha-do-Brasil:** resultados de pesquisa. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1980. 25 p. il. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 2).

PINHEIRO, E.; ALBUQUERQUE, M. de. Castanha-do-pará. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. **Livro anual da agricultura**. Brasília, DF, 1968. p. 224-233.

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. Lecythidaceae. **Flora Neotropica**, New York, v. 21, n. 1, p 1-270, 1979.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, p. 499-515. 2008.

SANTOS, C. F. **Influência de visitantes florais de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae), castanheira-do-Brasil, sobre o comportamento de forrageio de *Xylocopa frontalis* e *Eulaema mocsaryi* (Hymenoptera: Apidae).** 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SILVA, F. A. **Aplicação de microondas no processo de beneficiamento de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*)**. 2002. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

ZUIDEMA, P. A. **Demography and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**. Riberalta: PROMAB, 2003. 111 p. (PROMAB Scientific Series, 6). Disponível em: <http://www. promab.org/index_esp.html>. Acesso em: 15 mar. 2010

Polinização da Mangabeira (*Hancornia speciosa*)

Clemens Schlindwein[1]; Reisla Oliveira[2]; Eduardo Pinto[3]; José Araújo Duarte Júnior[4]; Celso Feitosa Martins[5]; Fernando C. V. Zanella[6]

Resumo

A mangabeira, *Hancornia speciosa* (Apocynaceae), uma árvore frutífera tropical, com alto potencial comercial, necessita de polinizadores com peças bucais longas que garantam a polinização cruzada para formar frutas. As flores brancas, hipocrateriformes, emitem forte perfume adocicado durante a antese noturna que atrai esfingídeos de várias espécies durante a noite. De manhã, flores são visitadas por borboletas Hesperiidae e abelhas Euglossini. Grande quantidade de pólen que adere às peças bucais após a visita é removida durante uma única busca de néctar nas flores. O aparelho de polinização altamente eficiente garante, em apenas uma visita, a transferência de pólen em quantidade suficiente para fecundar os numerosos óvulos de até 26 flores. À baixas abundâncias de polinizadores, visitas florais subsequentes na mesma copa, durante a floração maciça da mangabeira, podem ser responsáveis pela baixa taxa de frutificação. As duas primeiras visitas florais numa planta, geralmente, já resultam na formação de frutos. Recomenda-se o plantio de mangabeira sem clones, em ambientes diversificados que apresentem condições necessárias para manutenção de fortes populações de polinizadores, atendendo também às demandas ambientais das larvas dos esfingídeos.

Palavras-chave: polinização, mangaba, Apocynaceae, Sphingidae, limitação de polinizadores.

[1]Biólogo, D.Sc. em Ciências Naturais, professor da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, schlindw@ufpe.br
[2]Bióloga, D.Sc. em Zoologia, pós-doutoranda da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, MG, reisla_oliveira@yahoo.com.br
[3]Biólogo, Mestre em Biologia Vegetal, doutorando da Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, edueprontо@gmail.com
[4]Biólogo, D.Sc. em Zoologia, professor da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, jose_junior@yahoo.com.br
[5]Biólogo, D.Sc. em Ecologia, professor da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, cmartins@dse.ufpb.br
[6]Biólogo, D.Sc. em Entomologia, professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, fcvzanella@gmail.com

Pollination of mangaba trees (*Hancornia speciosa*)

Abstract

Hancornia speciosa (Apocynaceae), a tropical fruit crop with high commercial potential, demands pollinators with long mouth parts to guarantee cross pollination to set fruit. The white hypocrateriform flowers emit a strong and sweet perfume during nocturnal anthesis that attracts hawkmoths of various species to visit mangaba flowers during the night. In the morning hours before end of anthesis, flowers are visited by butterflies (Hesperiidae) and bees with long tongues (Euglossini). High amounts of pollen adhering to the mouth parts after a flower visit is removed during a single nectar uptake in a flower. The highly efficient pollination apparatus guarantees transference of high amounts of pollen grains per flower visit, sufficient to fecund the numerous ovules. When only a few flower visitors are present, repetitive flower visits within a crown during mass flowering of mangaba trees seem to be responsible for the low fruit set, considering that, in general, only the first two flower visits on a given plant individual result in fruit set. We recommend non-clonal mangaba plantations in diversified environments that provide the conditions, necessary to maintain strong pollinator populations, which also attend the environmental demands of the hawk moths' larvae.

Keywords: pollination, mangaba trees, Apocynaceae, Sphingidae, pollinator limitation.

Introdução

Hancornia speciosa (Gomes), a mangabeira, é típica do Cerrado e do Tabuleiro Nordestino (TAVARES, 1964; RIZZINI, 1997). São arvoretas de 2-5 m de altura e produzem bagas comestíveis, as mangabas (Figura 1). A polpa, geralmente congelada, é comercializada quase que exclusivamente para a fabricação de sucos e sorvetes. Outros derivados, como doces, compotas, geleias, refrigerantes e licores são pouco difundidos e praticamente desconhecidos à maioria dos consumidores por causa da escassez da matéria prima (LEDERMAN; BEZERRA, 2006). A produção das mangabas se dá quase que

exclusivamente de forma extrativista nos Tabuleiros Costeiros no Nordeste do Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia e áreas do Cerrado de Minas Gerais (LEDERMAN; BEZERRA, 2006). Plantios comerciais ainda são raros.

Foto: Clemens Schlindwein.

Figura 1. Pomar de *Hancornia speciosa* na Estação Experimental de Mangabeira, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), em João Pessoa. Cultivo de mangabeiras procedentes da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Biologia Floral

As flores de *H. speciosa* são brancas, hipocrateriformes, com um tubo floral longo e estreito (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2005, 2006) e liberam um aroma adocicado ao anoitecer, típico para flores esfingófilas (MÜLLER, 1883; VOGEL, 1954) (Figura 2).

Foto: Clemens Schlindwein.

Figura 2. Flor e botão floral da mangabeira (H. speciosa). As flores são brancas, hipocrateriformes com tubo floral medindo, em média, 3,4 cm de comprimento e apresentam antese noturna.

Como em outras espécies de Apocynaceae, a morfologia floral é complexa: a cabeça estigmática é verticalmente setorizada em três áreas funcionais: uma apical, estéril, para deposição do pólen endógeno, seguida por uma secretora de uma substância mucilaginosa, adesiva e uma basal funcionando como superfície estigmática receptiva (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2005; FALLEN, 1986; SCHICK, 1980, 1982). As anteras localizam-se ao redor do ápice da cabeça estigmática, dentro do tubo floral, onde liberam seu pólen na porção estéril, formando uma câmara polínica (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2005, 2006; SCHLINDWEIN et al., 2004).

O néctar é secretado ao redor dos ovários e para coletá-lo, um visitante deve possuir peças bucais longas o suficiente para alcançar o fundo da corola e fortes para passar por canais estreitos e cobertos de pelos estabelecidos ao longo do tubo floral. Esses canais estão entre os estiletes e estendem-se em direção à base do tubo floral. São delimitados por dez fileiras de pelos que agem como guias das peças bucais dos visitantes em direção ao néctar, único recurso alimentar oferecido pelas flores. Cerca de 1 cm da base da corola, os canais são delimitados apenas por cinco fileiras de pelos grossos. A concentração de açúcares de néctar varia entre 15% e 23% (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2005, 2006). As flores abrem sincronicamente entre 15h e 16h30min e fecham às 10h do dia seguinte e liberam odor adocicado, mais intenso durante a noite.

Sistema Reprodutivo e Produção de Frutos

Hancornia speciosa é uma espécie autoincompatível e produz frutos apenas após polinização cruzada. As taxas de frutificação, entretanto, ficaram entre 21% em uma população no Tabuleiro Paraibano na Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, e de 40% na plantação da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), em João Pessoa (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2005; PINTO et al., 2008). Nos dois locais a taxa de frutificação natural da mangabeira, resultado da polinização por insetos, esteve muito abaixo daquela proveniente de polinização cruzada manual: 13% no cultivo da EMEPA e 11% na população no Tabuleiro em Guaribas. Isso significa que a produtividade em número de frutos por indivíduo poderia ser triplicada ou quadruplicada se as populações de polinizadores fossem maiores.

Visitantes Florais e Polinizadores

No total, foram encontradas indivíduos de 33 espécies de insetos nas flores de *H. speciosa*: dez de abelhas (Apidae, especialmente Euglossini), 12 de mariposas (Sphingidae) e 11 de borboletas (Hesperiidae 9, Nymphalidae 2) (DARRAULT; SCHLINDWEIN 2006). Esfingídeos foram os visitantes florais mais abundantes (Figura 3), contudo, sua frequência de visita às flores deve estar subestimada, já que visitaram as flores durante a noite.

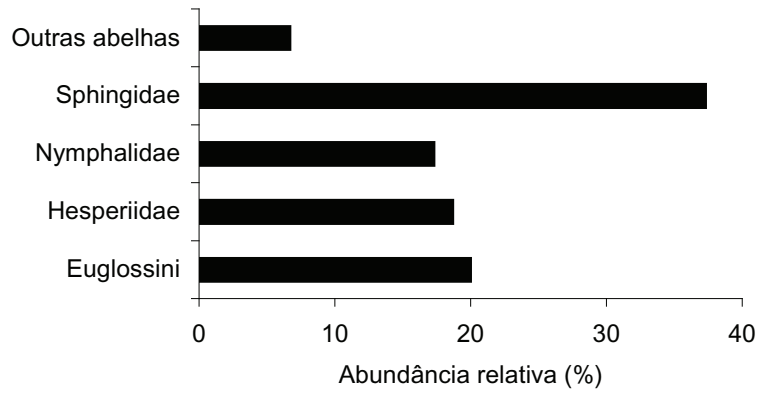


Figura 3. Abundância relativa dos diferentes grupos de visitantes florais de *Hancornia* speciosa. Fonte: Darrault e Schlindwein (2006).

A maioria dos visitantes florais possui línguas longas; as peças bucais mais longas sendo amostradas nos esfingídeos, chegando a 8 cm em *Manduca difissa* (DARRAULT; SCHLINDWEIN, 2005). Todos os insetos visitaram as flores para coletar néctar. Eles inserem apenas a glossa ou a espirotromba na corola. Deste modo, é nessa parte do corpo que os grãos de pólen ficam aderidos (Figura 4). O espectro dos visitantes florais esfingídeos foi determinado através de análise de pólen aderida a espirotromba de indivíduos atraídos às armadilhas de luz negra instaladas nos arredores das mangabeiras.

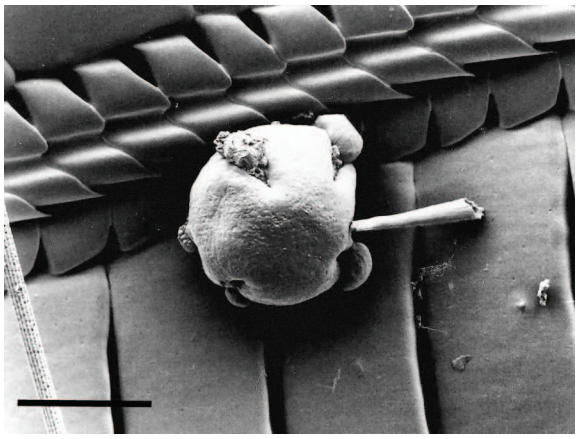


Foto: Clemens Schlindwein.

Figura 4. Grão de pólen de *Hancornia speciosa*, aderido à espirotromba de *Isognathus menechus* (Sphingidae).

A análise polínica revelou que 46% das espécies de esfingídeos amostradas por 1 ano na Estação Ecológica Guaribas utilizaram as flores de *H. speciosa* como fonte alimentar (DARRAULT; SCHLINDWEIN 2002). Os indivíduos, entretanto, geralmente carregaram poucos tipos polínicos. Na espirotromba de 70% dos esfingídeos amostrados foi encontrado pólen de apenas uma a duas espécies de plantas (Figura 5). Apenas um terço dos indivíduos apresentou mais de três tipos polínicos nas espirotrombas. Isso significa que estas mariposas são vetores de pólen bastante fiéis e que a probabilidade de transportar pólen para o estigma de um indivíduo coespecífico é alta.

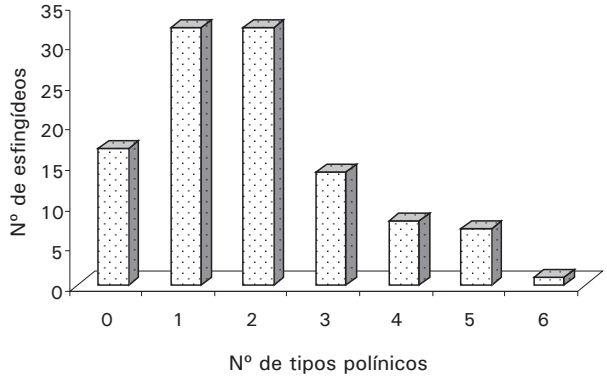


Figura 5. Número de tipos polínicos registrados nas espirotrombas de esfingídeos. A maioria dos indivíduos carrega pólen de uma a duas espécies de plantas, se mostrando altamente fiel durante uma viagem de forrageio. Fonte: Adaptado de Darrault e Schlindwein (2002).

Eficiência do Mecanismo de Polinização e Visitas Repetitivas em Flores da Mesma Copa

A captura de grãos de pólen da cabeça estigmática da mangabeira durante uma visita é extraordinariamente eficiente. Cerca de 46% do pólen trazido nas peças bucais de um visitante floral é captado na parte receptiva da cabeça estigmática. Simulações de espirotrombas de esfingídeos nas visitas florais por com um fio de náilon revelaram que não há transferência de pólen intrafloral durante uma visita (PINTO et al., 2008).

Indivíduos de todas as espécies de polinizadores visitaram diversas flores da mesma planta antes de buscarem por outra. Essas visitas sucessivas na mesma mangabeira resultam na deposição decrescente de pólen exógeno, aumentando a taxa de transferência de pólen geitonogâmico. Como a mangabeira é autoincompatível e os grãos de pólen precisam ser transportados de uma planta para outra para haver formação de frutos, este comportamento poderia diminuir a taxa de frutificação. Simulações de seis visitas florais consecutivas no mesmo indivíduo da mangabeira com um fio de náilon mostraram que isso, de fato, ocorre. Somente na primeira e na segunda visita há alta probabilidade de formação de frutos e a partir da quinta visita nenhum fruto foi formado (PINTO et al., 2008).

Para garantir uma alta taxa de transferência de pólen de outros indivíduos da mangabeira é importante que haja numerosas visitas de diversas espécies de polinizadores num plantio. Cultivos com muitos indivíduos clonados, por exemplo, por enxerte, devem ser evitados, buscando-se não aumentar ainda mais a taxa de geitonogamia (DARRAULT; SCHILINDWEIN, 2006; PINTO et al., 2008).

Considerações Finais

A mangabeira é uma espécie autoincompatível que necessita de insetos polinizadores com peças bucais longas para formar frutos. Como o mecanismo de polinização é altamente eficiente, no que se refere à remoção de pólen da câmara nectarífera durante uma visita floral e da deposição do pólen na superfície estigmática na base da cabeça estigmática na visita seguinte, polinizadores efetivos são aqueles que se movimentam intensamente entre copas diferentes da mangabeira; requisito preenchido por diversas espécies de esfingídeos. Uma alta

diversidade de espécies de polinizadores é favorável para garantir uma alta taxa de transferência de pólen exógeno por visita floral e alta taxa de polinização cruzada. Essas condições serão melhor disponibilizadas em ambientes diversificados, onde ocorram plantas hospedeiras das larvas dos esfingídeos, especialmente Euphorbiaceae, Apocynaceae, Solanaceae, Convolvulaceae, além de representantes de outras plantas esfingófilas que florescem antes e depois da floração de *Hancornia speciosa*.

Agradecimentos

Ao PROBIO, ao BIRD/GEF, ao MMA e ao CNPq, pelo apoio financeiro, ao CNP pela concessão de bolsas, ao IBAMA pela concessão de licença de trabalho na Reserva Biológica Guaribas e à EMEPA pelo apoio logístico e permissão para trabalhar nas plantações da Estação Experimental Mangabeira.

Referências

DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN, C. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no Tabuleiro Paraibano, Nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 19 n. 2, p. 429-443, 2002.

DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN, C. Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects with long mouth parts. **Biotropica,** Washington, DC, v. 37, n. 3, p. 381-388, 2005.

DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN, C. Polinização. In: SILVA, J. F.; LÉDO A. S. (Ed.). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. p. 43–56.

FALLEN, M. E. Floral structure in the Apocynaceae: morphological, functional and evolutionary aspects. **Botanischer Jahrbucher Systematik**, Stuttgart, v. 106, n. 2, p. 245-286, 1986.

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA J. E. F. Situação atual e perspectivas da cultura. In: SILVA, J. F.; LÉDO A. S. (Ed.). **A cultura da mangaba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. p. 247-253.

MÜLLER, H. **Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider**. Leipzig: Wilhelm Engelmann. 1883.

PINTO, C. E.; OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Do consecutive flower visits within a crown diminish fruit set in mass-flowering Hancornia speciosa (Apocynaceae)? **Plant Biology**, Stuttgart v. 10, p. 408–412, 2008.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997. 747 p.

SCHICK, B. Untersuchungen über die Biotechnik der Apocynaceenblüte I- Morphologie und Funktion des Narbenkopfes. **Flora**, Jena, v. 170, p. 394-432, 1980.

SCHICK, B. Untersuchungen über die Biotechnik der Apocynaceenblüte II- Bau und Funktion des Bestäubungsapparat. **Flora**, Jena, v. 172, p. 347-371, 1982.

SCHLINDWEIN, C.; DARRAULT, R. O.; GRISI, T. Reproductive strategies in two sphingophilous apocynaceous trees attracting pollinators through nectar or deceit. In: BRECKLE, S. W.; SCHWEIZER, B.; FANGMEIER, A. (Ed.). **Results of worldwide ecological studies.** Stuttgart: Günter Heimbach, 2004. p. 215-227.

TAVARES, R. Contribuição para o estudo da cobertura vegetal dos tabuleiros do Nordeste. Sudene. **Boletim de Recursos Naturais**, Recife, v. 2, p. 13-25, 1964.

VOGEL, S. **Blütenbiologische Typen als Elemente der Sippengliederung.** Jena: Gustav Fischer Verlag, 1954. 339 p.

Polinização do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum*)

Celso Feitosa Martins[1]; Fernando César Vieira Zanella[2]; Clemens Schlindwein[3]

Resumo

Aspectos da biologia floral em cultivares comerciais do algodão e o papel dos visitantes florais na sua polinização foram estudados em plantios no semiárido nordestino. Foram realizados testes de polinização controlada para confirmar o sistema reprodutivo. O percentual de frutificação sob polinização livre foi comparado ao de flores isoladas e os frutos foram analisados quanto à qualidade das fibras. *Apis mellifera* L. foi a espécie de abelha mais abundante. Como as observações foram realizadas quase na totalidade em plantios irrigados, no meio da estação seca, espera-se que amostragens no período chuvoso possam resultar em maior abundância de abelhas nativas. As cultivares analisadas apresentaram elevado grau de autocompatibilidade e de frutificação por meio de autopolinização espontânea, não sendo detectado deficit de polinização.

Palavras-chave: Malvaceae, *Apis mellifera*, sucesso reprodutivo.

Pollination of cotton (*Gossypium hirsutum*)

Abstract

Aspects of floral biology of cotton commercial varieties and the possible role of flower visitors for its pollination in Northeast of Brazil were studied. Manual controlled pollination tests were undertaken

[1]Biólogo, D.Sc. em Ciências Naturais, professor da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, cmartins@dse.ufpb.br
[2]Biólogo, D.Sc. em Entomologia, professor da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos, PB, fcvzanella@gmail.com
[3]Biólogo, D.Sc. em Botânica, professor da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, schlindw@ufpe.br

to check the reproductive system; the level of fructification under free pollination was compared to that observed in isolated flowers; and the quality of fruits were analyzed. *Apis mellifera* L. was the most abundant flower visitor. Because the observations were made in irrigated plots during the dry season, a higher abundance and higher native bee species richness is expected in samples undertaken within the rainy season. The analyzed varieties showed a high auto-compatibility, and also a high rate of fructification by mean of spontaneous auto-pollination. No pollination deficit was detected.

Keywords: Malvaceae, *Apis mellifera*, reproductive success.

Introdução

No Brasil, ocorrem três espécies de algodão: *Gossypium hirsutum*, *G. barbadense* e *G. mustelinum*. *Gossypium mustelinum* é a única espécie nativa do Brasil, não cultivada, ocorrendo apenas em pequenas populações naturais e em risco de desaparecimento. *G. barbadense* ocorre de forma semidomesticada, sendo utilizada pelas populações indígenas para confecção artesanal de tecidos, como planta medicinal e para confecção de pavios para lamparinas; além de ser cultivada em pequenas lavouras não comerciais. *G. hirsutum* é a espécie de algodão amplamente cultivada no Brasil, sendo composta por duas variedades: *G. hirsutum* var. latifolium, também chamada de algodão herbáceo e *G. hirsutum* var. marie galante, conhecida como algodão mocó ou arbóreo (BARROSO; FREIRE, 2003).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, Malvaceae) é uma planta com flores melitófilas, autocompatível, podendo apresentar um certo grau de autofecundação, (FUZATTO, 1999). Por essa razão, a polinização não é mencionada como fator a ser considerado na produção dessa cultura, em textos publicados no Brasil (FREIRE et al., 1999). No entanto, McGregor (1976) revisando os estudos sobre a polinização entomófila de culturas agrícolas, afirma que a atividade de abelhas propicia ao algodão maior produção de fibras, melhores taxas de germinação e qualidade da descendência, adiantamento da colheita e menor quantidade de frutos que não se desenvolvem.

Dentre as características do algodoeiro, importantes na relação com os insetos visitantes, deve-se mencionar o grande tamanho da flor, a presença de nectários florais e extraflorais (circumbracteais, sub-bracteais e foliares), e a produção abundante de pólen, grande e viscoso (FREE, 1971; MCGREGOR, 1976).

Na flor do algodoeiro cerca de 50 óvulos devem ser fecundados para se ter um completo desenvolvimento das sementes, o que significa que pelo menos 50 grãos de pólen viáveis devem ser depositados no estigma. A redução no número de sementes formadas, decorrente de deficit de polinização, implica em redução equivalente na produção de fibras (PEARSON, 1949 citado por MCGREGOR, 1976), mas, como a maioria das flores é autocompatível e, em certo grau, autopolinizada (KEARNEY; HARRISON, 1932), não é perceptível o impacto da falta de polinizadores na produção de algodão.

Apesar do provável potencial de uso de polinizadores nativos na cultura, até pouco tempo não havia dados sobre os visitantes florais e polinizadores no Brasil. Recentemente, Pires et al. (2004, 2006) relataram 72 espécies de abelhas pertencentes a quatro famílias em flores de *G. hirsutum* coletados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste. Tais informações indicam que espécies de abelhas, de diferentes grupos taxonômicos, podem ser polinizadoras efetivas.

Através de um projeto com financiamento do PROBIO/MMA/GEF, foram inventariados os visitantes florais do algodoeiro em áreas da região semiárida do Nordeste do Brasil e avaliado o seu papel na polinização dessa cultura. Os resultados obtidos foram publicados por Martins et al. (2008).

O estudo foi desenvolvido em Unidades Experimentais da Embrapa Algodão, nas cidades de Patos, na Paraíba, e Barbalha e Missão Velha, no Ceará, todas na região semiárida do Nordeste brasileiro, entre outubro de 2004 e julho de 2005. Foram estudados plantios mistos com diferentes variedades de algodão herbáceo, da espécie *G. hirsutum*. Esses plantios foram realizados em pequenas áreas irrigadas para a produção de sementes nos quais as flores são amarradas antes da antese, promovendo assim uma autopolinização forçada. A má distribuição das chuvas no ano de 2005 acarretou a quase inexistência de plantios de sequeiro na região, sendo a maioria dos testes realizados em plantios irrigados, com a aplicação de inseticida. No Ceará, foi estudado a cultivar CNPA 8H, em áreas de aproximadamente 1 ha, sem aplicação de defensivos na estação seca, e com aplicação, na estação chuvosa.

Em todas as áreas, foi observado o horário de deiscência das anteras e início de receptividade dos estigmas, testado com peróxido de hidrogênio (KEARNS; INOUYE, 1993). Foi observado o horário de início da antese e a longevidade floral (n = 50).

Em Barbalha, CE, foram mensurados o diâmetro da flor, comprimento da pétala, altura do cálice, e altura do estigma das flores e estimado o número de grãos de pólen/flor e o número de óvulos/flor (n = 10), pelo método indicado por Kearns e Inouye (1993). Esses dados permitiram calcular a razão pólen/óvulo (CRUDEN, 1977), que pode ser utilizada como indicador do sistema reprodutivo das espécies vegetais.

Coletaram-se insetos visitantes florais do algodoeiro, bem como dos nectários extraflorais nos plantios e em plantas do entorno, nas cidades de Patos, na Paraíba, e Barbalha e Missão Velha, no Ceará. Todos os insetos foram coletados com rede entomológica, sacrificados a seco em frascos mortíferos e posteriormente preservados e identificados. Os exemplares foram identificados por F.C.V. Zanella (UFCG) e C. Schlindwein (UFPE). Material de referência encontra-se depositado nas coleções das respectivas universidades.

Para verificar a frequência dos visitantes florais no plantio irrigado, em Barbalha, CE, quatro observadores selecionaram ao acaso e marcaram 20 flores/observador em diferentes plantas da borda e outras 20 flores/observador localizadas no meio do plantio. As plantas amostradas no meio do plantio ficavam entre 30 m a 50 m da borda. Durante os primeiros 5 min, a cada hora, das 7h às 18h, os observadores realizaram as contagens dos visitantes florais na borda e nos 5 min seguintes, no interior do plantio, totalizando 80 flores em cada subárea. Desse modo, foram obtidas estimativas da frequência relativa por flor por dia. Em dias subsequentes, foram realizadas observações da atividade de visita para as espécies mais abundantes em diferentes horários, para caracterizar os períodos de início, pico e final de atividade. Ao mesmo tempo, foi avaliado o comportamento dos insetos ao visitarem as flores. Foram observados o local de pouso e o comportamento de coleta de néctar e pólen, e quantificados o número de abelhas em cada atividade; tempo dispendido para a coleta de néctar e pólen e o número de contatos com os estigmas das flores.

Para verificar o sistema reprodutivo, foram ensacadas e marcadas 30 flores para cada tratamento (polinização livre ou controle, autopolinização espontânea, autopolinização manual e polinização cruzada manual), na estação seca, em Barbalha, CE. Na estação chuvosa, em Missão Velha, CE, o experimento foi repetido com o mesmo tamanho de amostras, além de uma réplica de mais 30 flores para os tratamentos polinização cruzada manual e autopolinização manual. O mesmo procedimento foi realizado em Patos, PB, na estação chuvosa, porém, utilizando-se 25 flores para polinização livre e

autopolinização espontânea. As leituras foram feitas com 30 dias e 45 dias após a montagem dos experimentos.

Na segunda inspeção, os frutos maduros, de Barbalha, CE e Missão Velha, CE, foram coletados e encaminhados para análise no HVI (High Volume Instruments) USTER 900, do Laboratório de Tecnologia de Fibras e Fios da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB. Foram analisadas características tecnológicas das fibras (comprimento, maturidade, resistência, índice de fibras curtas, alongamento à ruptura, reflectância, índice micronaire, índice de amarelecimento, fiabilidade) e dos frutos (pesos de caroço/fruto, pluma/fruto, sementes/fruto, médio/semente e número de sementes/fruto) de interesse à indústria têxtil, para verificar possíveis diferenças na qualidade da polinização e seu impacto na produtividade da cultura e qualidade do produto. Parâmetros qualitativos e quantitativos das fibras oriundas de polinização natural foram comparados com aqueles da polinização cruzada manual, autopolinização manual e autopolinização espontânea, já que em outros estudos é relatado um aumento de produtividade na presença de polinizadores (ROUBIK, 1995). No experimento realizado em Missão Velha, CE, taxa de abortos, oriunda do uso de agrotóxicos – não utilizados no experimento em Barbalha, CE –, foi possível coletar as amostras em lotes de 15 plantas, o que possibilitou um aumento do número de réplicas por experimento. Esse número está relacionado ao peso mínimo da amostra necessário para análise no HVI.

Para avaliar o sucesso reprodutivo e uma possível carência de polinizadores na área do plantio em Patos, PB, foi realizada uma comparação da taxa de polinização livre com o percentual de frutificação em flores com polinização cruzada manual adicional em flores de polinização livre, que corresponde à máxima frutificação possível.

As plantas apresentaram, nos dias de observação, três a quatro flores abertas/dia, em média. A antese iniciou no período de 5h45min e 6h, com as pétalas afastando-se e desenrolando-se aos poucos. Esse processo levou em torno de 2 horas para ser completado. Os estigmas só se tornaram receptivos entre 2h e 2h30min após o início da antese. Portanto, quando as abelhas estão iniciando as visitas para coleta de néctar, os estigmas ainda não estão receptivos.

Quanto à razão pólen/óvulo, um indicador sobre o sistema reprodutivo das espécies vegetais, obteve-se uma média de 36.508,68 grãos de pólen/botão e uma razão pólen/óvulo de 1.027,60, o que se enquadra no padrão de plantas facultativamente xenogâmicas.

As flores permaneceram abertas, com a mesma tonalidade, até 12h30min. A partir desse horário, inicia-se uma mudança de coloração, da extremidade das pétalas para o seu local de inserção, de branco/amarelo-claro para tons de rosa-claro. Por volta das 16h30min, as flores encontravam-se fechadas e com cor rosa. Durante todo o processo de fechamento e mudança de coloração, que provavelmente indica a polinização da flor, as abelhas africanizadas, *Apis mellifera*, continuaram a visitar as flores, forçando a sua entrada, até as 17h.

Nas áreas de plantio de algodão e em seu entorno, foram coletadas 40 espécies de abelhas, pertencentes a 11 diferentes tribos/famílias. Dessas, apenas 9 espécies, pertencentes a seis diferentes tribos, foram coletadas visitando o algodoeiro (MARTINS et al., 2008).

Apis mellifera foi observada nas flores do algodoeiro sempre em grande abundância. Outras espécies foram observadas esporadicamente e sempre poucos indivíduos. *Augochlora thalia* e *Diadasina paraensis* foram as espécies nativas coletadas em maior número, com quatro e cinco indivíduos, respectivamente.

No plantio de Barbalha, CE, o número de *A. mellifera* amostradas na borda foi significativamente superior ao do centro do plantio, durante todo o período de antese do algodoeiro (Mann-Whitney, $p < 0,05$), permitindo inferir que, em plantações extensas, setores centrais dos plantios podem apresentar deficit de polinização, especialmente a cruzada, por causa da escassez de polinizadores. Foi também observado um maior número dos visitantes entre as 12h e 13h nas bordas, e nos intervalos de 9h às 10h e 12h às 14h, no centro dos plantios. No horário em que as flores estão entreabertas, entre 6h e 8h e no final da antese, quando a polinização por *A. mellifera* poderia ser mais efetiva, a sua frequência nas flores foi menor.

Como as visitas por abelhas nativas foram eventuais, as observações relatadas se referem somente à abelha africanizada. Essas abelhas usualmente coletavam somente néctar e vistoriavam as flores logo no início da antese. Nesse momento, as abelhas forçavam a entrada na flor e se dirigiam para os nectários florais, que estão entre a inserção de cada pétala, entrando, em contato com o estigma e as anteras. Posteriormente, quando as flores estavam totalmente abertas, as abelhas usualmente pousavam nas pétalas e ao andar até os néctarios, dificilmente constatavam os estigmas. A coleta de néctar durou em média 31,4 segundos/flor, podendo chegar até 80 segundos/flor ($n = 27$). As abelhas que realizavam visitas para coleta de pólen

pousavam diretamente sobre as anteras, utilizando as pernas anteriores para raspá-las e frequentemente contatavam os estigmas. As visitas para coleta de pólen duraram em média 8,6 segundos por flor ($n = 10$) e foram significativamente mais rápidas em relação à coleta de néctar (Mann-Whitney, $p < 0,05$).

As visitas para coleta de pólen foram relativamente raras. Em 46 observações, de 5 min cada uma, observou-se que, de um total de 214 visitas de *A. mellifera* em flores bem abertas, cerca de 97% coletaram néctar e apenas 3%, pólen. O estigma foi contatado em apenas 6% do total de visitas. É interessante observar que, as abelhas coletoras de néctar, ao deixarem a flor cobertas de grãos de pólen por todo o corpo, frequentemente pousavam sobre folhas próximas descartando o pólen. Já quanto à preferência de visita, 80,9% das *A. mellifera* amostradas optaram por visitar o nectário floral e apenas 19,0% visitaram o nectário extrafloral.

Os testes do sistema reprodutivo, realizado nas cidades de Barbalha, CE, Missão Velha, CE e Patos, PB, demonstraram que a polinização livre (controle) obteve os maiores índices de frutificação. A menor taxa de média de frutificação para os tratamentos em Barbalha, CE, foi resultado da elevada queda de frutos jovens anteriormente à revisão, por causa da não aplicação de agrotóxicos para combater o bicudo.

O impacto resultante de uma possível carência de polinizadores na área do plantio, em Patos, PB, foi analisado através de experimento do sucesso reprodutivo, porém, os resultados mostraram que a polinização livre obteve um maior percentual de frutificação, quando comparada à polinização cruzada adicional em flores livre, isto é, sujeitas à ação dos polinizadores naturais. Esse dado mostra que a abundância de *A. mellifera* no momento do estudo foi suficiente para garantir o sucesso reprodutivo máximo.

Não foi observada diferença significativa para quase todas as variáveis das características das fibras e frutos resultantes dos diferentes tratamentos de polinização, na análise da qualidade de polinização; tanto nos experimentos realizados em Barbalha, CE (Friedman = 0,9000, $p = 0,8254$), como nos em Missão Velha, CE (Friedman = 0,620; $p = 0,891$). Apesar do pequeno número de amostras, em Missão Velha, CE, houve diferença significativa para o número de sementes por fruto, sendo o maior número obtido por polinização cruzada manual. Foi observada diferença significativa quanto ao número de sementes por fruto, particularmente entre a autopolinização espontânea e a

polinização cruzada manual (Kruskal Wallis H = 8,766; p = 0,0326; entre autopolinização espontânea e polinização cruzada manual p = 0,0035).

A *A. mellifera* foi observada nas flores do algodoeiro em todos os momentos em que havia flores, sempre em grande abundância. Outras espécies de abelhas foram observadas esporadicamente. De modo semelhante, Sanchez Júnior e Malerbo-Souza (2004) observaram que a abelha africanizada foi o inseto mais frequente nas flores do algodoeiro em Ribeirão Preto, SP. Em amostragens realizadas no Distrito Federal e nos estados de Mato Grosso, Bahia e São Paulo, a abundância relativa de *A. mellifera* dentre as abelhas variou bastante, mas de modo geral, foi a espécie predominante (PIRES et al., 2006). Relatos de outros países, especialmente de região temperada, também citam a *A. mellifera* como um visitante frequente (FREE, 1970; MCGREGOR, 1976).

A baixa frequência de espécies de abelhas nativas em flores do algodoeiro deve-se, em parte, à realização das coletas no período seco, quando a abundância de abelhas solitárias, que compreendem a maior parte da diversidade de abelhas nativas, é muito pequena (ZANELLA; MARTINS, 2003). Pires et al. (2006) obtiveram resultado semelhante para a maior parte das áreas amostradas, mas em Campina Grande, PB, registraram duas espécies de *Ceratina* e *Lithurgus huberi* (uma espécie presumivelmente introduzida) em maior frequência do que *Apis mellifera*. Das espécies de abelhas coletadas no algodoeiro, apenas *Diadasina paraensis* não havia sido constatada por Pires et al. (2004, 2006), ao analisar os visitantes do algodoeiro no Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.

É importante que o acompanhamento de visitantes florais seja realizado também no período de produção comercial de algodão na região, o período chuvoso, pois a frequência de abelhas nativas deve ser maior. Mas, para as variedades estudadas, a abundância de *A. mellifera* observada nos plantios foi suficiente para garantir uma elevada taxa de frutificação, mesmo sem manejo das abelhas e manutenção de colmeias nas proximidades.

O início da visita das *Apis ocorre* geralmente entre 7h e 8h, quando os estigmas ainda não estão receptivos, mas, os grãos de pólen podem ser depositados no estigma e vir a germinar e fecundar os óvulos posteriormente. Quanto ao comportamento na flor, a maioria visitava apenas para a coleta de néctar (97%), dessa forma, as abelhas só

contatavam o estigma durante a coleta de pólen e quando a flor estava abrindo ou fechando, conforme relatado por Free (1970).

Foi observada uma baixa frequencia de visitas aos nectários extraflorais, resultado que diverge do registrado por Ivanova-Petroskavan (1956, citado por MCGREGOR, 1976), que sugere ser o nectário extrafloral mais visitado que os nectários florais. É possível que essa diferença esteja relacionada a variações entre cultivares.

O papel da *A. mellifera* como polinizador do algodoeiro deve ser determinado principalmente pelas visitas quando as flores estão entreabertas, quando há maior frequência de contato com o estigma, uma vez que as visitas para coleta de pólen são raras. Esse resultado corrobora com a observação de Free (1970), que afirma que a *A. mellifera* é o principal polinizador em algumas regiões por causa da sua abundância, sendo a maior parte dessa função realizada nas visitas das primeiras horas do dia, quando as abelhas têm que entrar nas flores parcialmente fechadas (entreabertas) e são forçadas a contatar os estigmas. Nas flores com estigmas curtos, a chance de alguma abelha contatá-lo deve ser menor, especialmente para *A. mellifera*, pois não realiza a coleta efetiva do pólen.

De acordo com Moffett (1983), abelhas *Xylocopa* spp. são eficientes polinizadoras do algodoeiro na América do Norte, pois elas raramente visitam os nectários extraflorais e, por causa do seu tamanho, elas tocam os estames e os estigmas quando estão nas flores. No entanto, apesar de termos observado a visita de duas espécies de *Xylocopa* (*X. frontalis* e *X. grisescens*) em flores do algodoeiro, elas foram eventuais, sem importância para o sucesso reprodutivo da cultura.

Abelhas nativas podem vir a ser reconhecidas como eficientes polinizadores do algodoeiro, especialmente as de maior tamanho que podem contatar anteras e estigmas mais frequentemente, como as *Xylocopa* e as mamangavas do gênero *Bombus*, consideradas por Free (1970) e McGregor (1976) como os polinizadores mais eficientes na América do Norte, e espécies de menor tamanho que coletem ativamente o pólen, e contatem o estigma ao se locomover sobre as anteras, mas a importância de seu manejo para a produção é limitada à alta taxa de autocompatibilidade e de autopolinização espontânea nas variedades selecionadas, fazendo com que somente a presença de *Apis* garanta um sucesso reprodutivo. O que foi verificado no experimento de sucesso reprodutivo realizado em Patos, PB, onde a polinização livre, realizada praticamente só por *Apis,* resultou em uma frutificação maior do que a obtida com polinização cruzada manual adicional.

Resultados semelhantes para autopolinização espontânea foram encontrados por Sanchez Júnior e Malerbo-Souza (2004), que constataram 92% de frutificação para a polinização livre e 88% para autopolinização espontânea. É possível que o pequeno incremento de frutificação no experimento de polinização livre, também observado em nossos estudos, possa ser considerado indicativo da ação dos polinizadores na produção de frutos. Os menores valores de frutificação em flores isoladas, mesmo quando sujeitas à polinização manual cruzada, devem ter sido determinados por algum efeito da manipulação ou isolamento das flores com sacos de papel, resultando na queda das mesmas.

Apesar da importância dos polinizadores na produção de frutos ser aparentemente limitada, em consequência das elevadas taxas de autopolinização espontânea, os dados de produção de sementes permitem indicar um possível efeito do deficit de polinizadores, resultado da maior produção de sementes sob polinização cruzada. Essa interpretação é corroborada pelos resultados obtidos por Sanchez Júnior e Malerbo-Souza (2004), que verificaram variação significativa no número de sementes/fruto, sendo de 29,45 ± 3,45 e 20,65 ± 4,75 para a polinização livre e autopolinização espontânea, respectivamente.

Em regiões do Semiárido da Paraíba e do Ceará, no período seco, a abundância de visitantes florais nativos em flores do algodoeiro das espécies *Gossypium hirsutum* é reduzida e sua importância como polinizadores desprezível.

É importante que a avaliação do papel dos visitantes florais na frutificação e qualidade de frutos do algodoeiro seja realizada em diferentes períodos do ano e em diferentes regiões, espécies e variedades, pois há uma grande variação espacial e temporal na composição da guilda de espécies de abelhas visitantes do algodoeiro.

Deve ser ressaltado que o banco de sementes das variedades estudadas é mantido pela Embrapa por meio de autopolinização forçada, resultando em elevada homogeneidade genética, e que nesses casos, mesmo a reprodução cruzada entre indivíduos do mesmo lote pode ter significado semelhante ao da autopolinização. Assim, devem ser estudados os efeitos da polinização cruzada nas diferentes variedades e também plantios mistos. No caso da região semiárida do Nordeste é preciso realizar pesquisas em plantios de sequeiro que florescem durante a época de maior ocorrência de espécies de abelhas solitárias em atividade e também de recursos florais alternativos

(ZANELLA; MARTINS, 2003). Enquanto essas questões não forem respondidas, é prematuro delinear estratégias de manejo de possíveis agentes polinizadores do algodoeiro.

Agradecimentos

Ao Projeto de Conservação da Biodiversidade Brasileira (PROBIO/MMA/GEF) pelo financiamento do trabalho; ao CNPq pelas bolsas concedidas; à Embrapa Algodão, pela permissão de coleta dados e análise dos frutos, em especial ao Dr. Francisco Ramalho. Os resultados apresentados nessa palestra foram parcialmente publicados na Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas.

Referências

BARROSO, P. A. V.; FREIRE, E. C. Fluxo gênico em algodão no Brasil. In: PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G.; SUJII, E. R. (Ed.). **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas**: o algodão resistente a inseto como estudo de caso. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. p. 163-193.

CRUDEN, R. W. Pollen-ovules ratios: a conservation indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, Lawrence, v. 31, p. 32-46, 1977.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops.** London: Academic Press, 1970. 684 p.

FREIRE, E. C; FARIAS, F. J. C. da; AGUIAR, P. H. Algodão de alta tecnologia no Cerrado. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. p. 181-198.

FUZATTO, M. G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W. J. dos. (Ed.). **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Potafos, 1999. p. 15-34.

KEARNEY, T. H.; HARRISON, G. J. Pollen antagonism in cotton. **Journal Agricultural Research**, Washington, DC, v. 44, p. 191-226, 1932.

KEARNS, C. A.; INOUYE, D. W. **Techniques for pollination biologists**. Niwot: Univesity Press of Colorado, 1993. 583 p.

MARTINS, C. F.; ZANELLA, F. C. V.; MELO, R. R.; CAMAROTTI, M. F. Visitantes florais e polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no Semi-Árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleagionas Fibrosas**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 107-117, 2008.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated plants**. Washington, DC: Agriculture Handbook, 1976. 411 p.

MOFFETT, J. O. Hybrid cotton. In: JONES, C. E.; LITTLE, R. J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1983. p. 508-514.

PIRES, C. S. S.; SILVEIRA, F. A. de; CARDOSO, C. F.;OLIVEIRA, G. M.; PEREIRA, F. F. O.; SOUZA, V. V.; NAKASU, E. Y. T.; PAES, J. S. O.; TELES, E.; SILVIE, P.; RODRIGUES, S.; MIRANDA, J.; SCOMPARINI, A.; BASTOS, C.; OLIVEIRA, G. S.; OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, J. B.; BARROSO, P. A. V.; SUJII, E.; FONTES, E. M. G.**Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 40 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 148).

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. F. O.; PINHEIRO, E.M.L.; PORTILHO, T.; SUJII, E.R.; SCHMIDT, F.G.V.; FARIA, M.R.; FRIZZAS, M.R.; SILVEIRA, F.A.; FONTES, E.M.G. 2004. Inventário de abelhas visitantes das flores de *Gossypium hirsutum* no Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2004, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: UnB, 2004. p. 141.

ROUBIK, D. W. (Ed.). **Pollination of cultivated plants in the tropics.** Washington, DC: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 196 p. (FAO. Agricultural Services. Bulletin, 118).

SANCHEZ JUNIOR, J. L. B.; MALERBO-SOUZA, D. T. Frequência dos insetos na polinização do algodão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 461-465, 2004.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA J. M. C (Ed.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 75-134.

Polinização do Pimentão (*Capsicum annuum*)

Eva Mônica Sarmento da Silva[1]

Resumo

O estudo avaliou a biologia floral e os requerimentos de polinização da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em casa de vegetação, com abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke). As flores começaram a liberar pólen no início da manhã, logo após a abertura, aumentando progressivamente, até atingir o pico às 11h. Os estigmas mostraram-se visivelmente receptivos das 7h às 11h. Não houve diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos de autopolinização manual, polinização cruzada manual, polinização restrita e polinização livre por abelhas. Concluiu-se que a flor do pimentão deve ser polinizada pela manhã, uma vez que o período de liberação do pólen coincide com a receptividade do estigma. Além disso, o vingamento inicial de frutos do pimentão independe das visitas de *M. subnitida*.

Palavras-chave: abelha sem ferrão, cultivo em casa de vegetação, eficiência de polinização.

Pollination of Sweet Pepper (*Capsicum annuum*)

Abstract

The present study aimed evaluated the floral biology and pollination requirements of greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) and the role of the stingless bee *Melipona subnitida* Ducke in its pollination. Flowers began to shed pollen early in the morning soon the opening and increased its rate progressively up to a peak at 11:00h. Stigmas were apparently receptive from 7:00 to 15:00 h. There were no significant differences (P>0,05) between treatments of hand self-pollination, hand cross-pollination, restricted pollination and open pollination by bees.

[1]Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, professora da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE, eva.silva@univasf.edu.br

It was concluded that sweet pepper flowers must be pollinated in the morning since the period of pollen release coincides with the stigma receptivity. Moreover, initial fruit set of sweet pepper do not depend on *M. subnitida* visits.

Keywords: stingless bees, greenhouse crops, pollination efficiency.

Introdução

O pimentão pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum*. É tipicamente de origem americana e ocorre de forma silvestre, desde o Sul dos Estados Unidos até o Norte do Chile, onde são reconhecidas mais de 30 espécies. Dentre essas, cinco são cultivadas: *Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*. Apenas uma dessas espécies não é cultivada no Brasil: *C. pubescens* (CASALI; COUTO, 1984). A planta de *C. annuum* é arbustiva, com caule semilenhoso, podendo ultrapassar 1 m de altura; suporta uma carga leve de frutos e as flores são pequenas, isoladas e hermafroditas. A corola tem 15 mm de diâmetro e, em média, seis anteras tubulares apresentando deiscência lateral (FREE, 1993).

A literatura é carente de informações detalhadas sobre a biologia floral do pimentão, assim como os seus requerimentos de polinização. No entanto, Cruz (2003) verificou que o estigma apresenta-se aparentemente receptivo, a partir das 7h30min, permanecendo nesse estado até o início da tarde.

As recompensas florais oferecidas pela cultura são pólen e néctar e a deiscência das anteras ocorre entre os horários de 7h e 9h, sendo o pólen liberado logo após a abertura das flores, o que é comum na família Solanaceae, conforme observado por Bezerra e Machado (2003).

A planta do pimentão é caracterizada como autógama, porém, apresenta alta taxa de cruzamento, podendo atingir 36%, dependendo dos insetos polinizadores atuantes (FILGUEIRA, 1998). Supõe-se que os insetos mais indicados para polinizar o pimentão, em ambiente protegido, são as abelhas nativas sem ferrão, já que as abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) não se adaptam a esse tipo de ambiente (FREITAS, 1998). Entre as mais de 300 espécies de meliponíneos existentes, as abelhas jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) destacam-se pelo fato de se adaptarem bem em ambientes protegidos e

apresentarem uma menor amplitude de voo. Além disso, essa espécie encontra-se ameaçada de extinção pela exploração predatória, pelo uso indiscriminado de pesticidas, queimadas e desmatamentos (ALVES, 2000; KATO, 1997). Seu possível uso pode criar um mercado de aluguel e venda dessas abelhas, justificando economicamente seu criatório e contribuindo, dessa forma, para a conservação da espécie. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a biologia floral, os requerimentos de polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em uma casa de vegetação, localizada na horta didática do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Os trabalhos foram iniciados em setembro de 2002, sendo finalizados em março de 2003, com a cultura do pimentão (*Capsicum annuum*), variedade All Big.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 72 células e transplantadas para jarros de cerâmica quando tinham de 4-6 folhas definitivas, aos 35 dias, aproximadamente. O substrato de enchimento dos vasos foi composto de terriço de mata e esterco bovino curtido, na proporção de 50% para cada componente, mais adubação química complementar. No início do florescimento, 306 plantas de pimentão foram introduzidas em uma casa de vegetação de vidro, com cobertura interna, com tela de aluminet e área de 165,6 m^2. Durante o ciclo da cultura, foi utilizada a irrigação por gotejamento, com o intuito de evitar uma influência negativa no comportamento de pastejo das abelhas, visto que essas não saem da colmeia quando ocorre chuva, impossibilitando o uso de aspersão.

Foram utilizadas duas colônias fortes de abelhas jandaíra (*Melipona subnitida*) do Departamento de Zootecnia da UFC. Dez dias antes do início dos experimentos, as colônias foram levadas para a casa de vegetação, com o intuito de possibilitar às abelhas a adaptação ao local.

O estudo da biologia floral

Quando a cultura estava na fase de florescimento, foram escolhidos 30 botões florais, ao acaso, e observaram-se os seguintes pontos: antese das flores, ou seja, o horário em que as flores liberaram o pólen, e a receptividade do estigma. Essas observações foram feitas a intervalos regulares de 1 hora, iniciando-se às 7h e finalizando-se às 15h, já que o movimento das abelhas foi extremamente reduzido depois desse horário. Para referência da quantidade de pólen liberado pelos estames, foram atribuídas notas em percentagens de 0 a 100, de acordo com a quantidade de pólen nos mesmos:

0% – As anteras ainda não estavam liberando pólen.

20% – As anteras estavam liberando pólen, em pequena quantidade, na sua base.

40% – A base das anteras já se encontrava coberta de pólen.

60% – As anteras estavam liberando pólen até a sua porção mediana.

80% – As anteras estavam liberando pólen quase que completamente, apresentando somente a parte apical sem pólen.

100% – As anteras haviam terminado a deiscência e estavam completamente cobertas de pólen.

A receptividade dos estigmas foi observada pela presença de secreções, viscosas ou não, em sua superfície. A abertura das flores foi observada apenas às 7h, quando se verificava o percentual de flores abertas. Avaliação dos requerimentos de polinização da cultura.

Um total de 492 botões florais foi escolhido, aleatoriamente, entre as plantas. Esses botões florais foram marcados com linhas coloridas, ensacados com sacos de tela de nylon (malha 1,0 mm x 1,0 mm) antes da antese das flores e divididos em quatro tratamentos.

a) Polinização restrita – Foram ensacados 57 botões florais, antes da abertura, para observação da autopolinização do pimentão. Os sacos permaneceram na planta até o vingamento do fruto ou queda da flor, depois foram removidos.

b) Polinização cruzada manual – Um dia antes de se aplicar o tratamento, foram ensacados 62 botões florais. No dia seguinte, após a sua abertura, as flores foram desensacadas e polinizadas manualmente

com pólen de flores de uma outra planta da mesma cultivar, tocando-se os estames da flor de uma no estigma da outra flor, quando o mesmo estava receptivo.

c) Autopolinização manual – Este tipo de polinização foi feita em 72 flores, seguindo-se a metodologia anterior, com diferença apenas na origem da flor doadora de pólen (nesse caso utilizou-se pólen e flor da mesma planta).

d) Polinização livre por abelha – Foram marcadas 211 flores abertas no cultivo de pimentão, nas quais se observaram visitas de abelhas e acompanhadas até a queda da flor ou vingamento do fruto. O tamanho das amostras variou muito por causa da diferente disponibilidade de flores para cada tratamento. Os resultados foram avaliados por análise de variância e as médias comparadas a posteriori pelo teste de Tukey (ZAR, 1999).

Resultados e Discussão

Os resultados mostraram que, na fase floral, as pétalas apresentam cor branca em sua face externa, mantendo essa mesma coloração após a antese. Cada flor apresentou, em média, seis estames de cor amarela, dispostos ao redor do estilete, apresentando-se o estigma na mesma altura ou acima dos estames (Figura 1).

Foto: Eva Mônica Sarmento da Silva.

Figura 1. Flor do pimentão (*Capsicum annuum* L.) momentos após a abertura.

A abertura das flores ocorreu no início da manhã, já estando todas as flores abertas às 7h. Verificou-se que algumas flores começaram a liberar pólen logo após a abertura, com aumento progressivo, a cada hora, até as 11h, quando se observou o pico de liberação e 95% das flores já tinha liberado pólen. Os 100% foram atingidos por volta do meio dia (Figura 2).

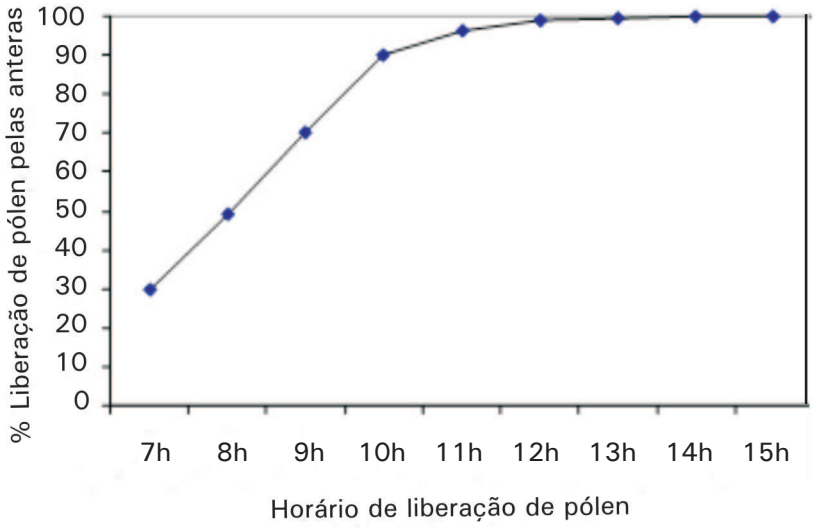


Figura 2. Padrão de liberação de pólen das flores de pimentão(*Capsicum annuum* L.) ao longo do dia, sob cultivo protegido.

Esse padrão de liberação de pólen no início da manhã parece ser comum às solanáceas, uma vez que várias espécies estudadas, dessa família, apresentam esse comportamento (BEZERRA; MACHADO, 2003). Portanto, o pólen do pimentão está disponível para polinização e coleta pelas abelhas, entre o período de 7h e 11h. Os estigmas apresentaram-se viscosos, indicando sua receptividade, desde o momento inicial das observações, às 7h, até o seu encerramento, às 15h. No entanto, observou-se um incremento em viscosidade entre 7h e 9h, mantendo-se esse maior nível de viscosidade no estigma até às 15h. O aumento de viscosidade foi detectado através da aparência

do estigma. Segundo Free (1993), as flores de pimentão apresentam o estigma receptivo antes da deiscência das anteras. Cruz (2003) observou que o estigma do pimentão apresentava-se visivelmente receptivo a partir das 7h30min, e assim permanecia até o início da tarde. Essas diferenças, em relação aos nossos resultados, podem ser atribuídas a uma série de fatores, tais como as variedades de pimentão utilizadas, diferenças na temperatura, estágio nutricional das plantas, fotoperiodismo, etc.

Quanto aos requerimentos de polinização da flor do pimentão, não houve diferença significativa ($F = 3,544$ gl $= 6$, $P>0,05$) entre os quatro tratamentos, como apresentado na Tabela 1. Esse resultado está de acordo com Cruz (2003) que, trabalhando com abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) na polinização do pimentão em casa de vegetação, também não encontrou diferenças significativas entre o vingamento inicial de frutos produzidos com e sem visitas de abelhas.

Tabela 1. Vingamento inicial de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) oriundos de quatro formas de polinização.

Tratamento	Nº. de flores por tratamento	Vingamento	% de Vingamento
Polinização cruzada manual	62	5 7	91,93 a
Polinização restrita	57	47	82,46 a
Autopolinização manual	62	50	80,64 a
Polinização livre por abelha	211	192	90,99 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem de $p < 0,05$, pelo teste de Tukey.

Considerando-se a ausência de vento na casa de vegetação, o resultado sugere que a flor do pimentão possui algum mecanismo de autopolinização o qual assegura o número mínimo de grãos de pólen no estigma, necessários para o vingamento de frutos, tornando, assim, a visita por abelhas incapaz de melhorar o vingamento inicial. Porém, Dobromilska (2000), estudando as abelhas *Bombus* na polinização do pimentão em túnel plástico, verificou que houve um aumento na produção total dos frutos em 1,75 kg/m^2 nas plantas que receberam visitas das abelhas. Porporato et al. (1995) comparando as abelhas

Apis mellifera e *Bombus terrestris* na polinização do pimentão em casa de vegetação, também verificaram aumento significativo na produção de frutos das plantas visitadas por essas abelhas, em relação às não visitadas. Talvez, essas diferenças observadas no aumento ou não do vingamento de frutos estejam relacionadas às diferentes variedades estudadas, ou mesmo à ineficiência da abelha jandaíra em aumentar o vingamento inicial, uma vez que outras espécies de abelhas o fizeram. No entanto, essa última possibilidade parece pouco provável, haja vista a constatação de Cruz et al. (2004) ao estudar a abelha jandaíra na mesma variedade de pimentão e sob as mesmas condições de cultivo protegido, da eficácia na formação de frutos significativamente mais pesados, com maior quantidade de sementes, bem como menor percentagem de frutos deformados.

Há necessidade de maiores estudos sobre o assunto, pois, mesmo se considerando as diferenças entre variedades cultivadas e as espécies de abelhas, a autopolinização das flores do pimentão precisa ser mais bem explicada, uma vez que as observações desse trabalho mostraram que a liberação de pólen só ocorre após a abertura das flores, quando o estigma da flor já se encontra acima dos estames. Isso impossibilitaria uma autopolinização sem a mediação de agentes polinizadores externos, bióticos ou abióticos.

Conclusões

A flor do pimentão deve ser polinizada, preferencialmente, na manhã do dia da abertura da flor, quando o pólen é liberado e o estigma torna-se receptivo. O pimentão é uma planta autógama, sendo a flor capaz de realizar autopolinização.

A abelha jandaíra não se mostrou capaz de aumentar o vingamento inicial de frutos do pimentão. Entretanto, com as indicações obtidas por Cruz (2003), outros estudos, no futuro, podem demonstrar que esse polinizador deve ser eficiente no aumento do número de sementes e na qualidade dos frutos.

Referências

ALVES, J. E. **Eficiência de cinco espécies de abelhas na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 2000. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C. Biologia floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* Jacq. (Solanaceae) em remanescente de Mata Atlântica, Pernambuco. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v.17, n. 2, p. 247–257, 2003.

CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 8-10, 1984.

CRUZ, D. O. **Uso e eficiência da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke L.) na polinização do pimentão (*Capsicum annuum* L.) sob cultivo protegido**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CRUZ, D. de O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A. da; SILVA, E. M. S. da; BOMFIM, I. G. A. Pollination efficiency of the stingless bee Melipona subnitida on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 12, p. 1.197-1.201, dez. 2005.

DOBROMILSKA, R**. Study on the improvement of growth and fruiting conditions for sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) raised in a plastic tunnel in the western coastal region. Rozprawy - Akademia Rolnicza w Szczecinie**, Walling ford, n. 197, p. 1-70. 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: Agronômica Ceres, 1998. v. 2, 357 p.

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

FREITAS, B. M. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais**... Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p. 105-107.

KATO, E. C. **Polinização em melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste (campo aberto) e Sul (estufa) do Brasil, testando para *Apis mellifera*.** 1997. 82 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PORPORATO, M.; PINNA, M.; MANINO, A.; MARLETTO, F. Pollination of sweet pepper in greenhouses by *Bombus terrestris* and *Apis mellifera*. **Informatore Fitopatologico**. Bologna, v. 45, n. 6, p. 49-54, 1995.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 3rd ed. New Jersey: Prentice – Hall, 1999. 663 p.

Polinização de *Citrus*

Adriana Evangelista Rodrigues[1]

Resumo

A interação entre as abelhas e plantas garantiu aos vegetais o sucesso na polinização cruzada, que constitui uma importante adaptação evolutiva das plantas, aumentando o vigor das espécies, possibilitando novas combinações de fatores hereditários e aumentando a produção de frutos e sementes. Dessa forma, em muitas culturas agrícolas são utilizadas abelhas para realizar a polinização e aumentar a produtividade e a qualidade. Os cítricos (laranjas, tangerinas, limas, limões e pomelos) são os frutos mais produzidos no mundo. Embora apresentem autopolinização, diversos estudos comprovaram que há aumento da produtividade, assim como na qualidade dos frutos (peso e quantidade de suco), e aumento do número de sementes quando se usa abelhas na sua polinização. Este trabalho teve por objetivo obter informações sobre o uso de uma abelha sem ferrão, a uruçu, (*Melipona scutellaris*) na polinização de espécies de tangerina (*Citrus* spp.), em área localizada em uma propriedade no Município de Matinhas, interior da Paraíba. Resultados preliminares mostraram que as abelhas visitam as flores de tangerinas e coletam material. Observações iniciais sobre a atividade de voo das abelhas indicaram que a maior atividade das mesmas nas flores de tangerina ocorre pela manhã (por volta de 6h), e em horários com condições climáticas mais amenas. Somente a continuidade desse estudo poderá indicar se a uruçu é adequada para a polinização de tangerinas naquela região.

Palavras-chave: polinização, tangerina, *Citrus*, uruçu, *Melipona scutellaris*.

---

[1]Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, professora da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB, adriana@cca.ufpb.br

Polination of *Citrus*

Abstract

The interaction between bees and plants garanteed to vegetals the success in the crossed pollination, that constitued an important evolutive adaptation for the plants, increasing the vigor of species, possibilitying new combinations of hereditary factors and increasing the production of fruts and seeds. In this way, in many crops bees are used to make pollination and increase the productivity and quality. The citrics (oranges, tangerines, limes, lemons and grape fruits) are the most produced fruits in the world. Although they present sel fpollination several studies proved that there is an increase in the productivity, as well in the quality of fruits (weigth and amount of juice), and increase in the number of seeds when bees are used in their pollination. This work had as objective to obtain information on the use of a stingless bee, the uruçu (*Melipona scutellaris*) in the pollination of tangerine species (*Citrus* spp.) located at an area in a property in the town of Matinhas, interior of Paraiba. Preliminary results showed that the bees visited the flowers of the tangerines and collcted material. Observations on the bees flight activity indicated that their bigger activity at the flowers of tangerines occur very early in the morning (around 6 a.m.) , and at time with amene climatic conditions.Only the continuity of this study may say whether the uruçu is adequated for the pollination of tangerines in that region.

Key words: pollination, tangerine, *Citrus*, uruçu, *Melipona scutellaris*.

Introdução

As abelhas são os principais agentes polinizadores dos vegetais e, em troca, os vegetais produzem substâncias adocicadas que atraem as abelhas, as quais levam em seus pelos o pólen dessa planta florífera. O pólen é importante para o desenvolvimento da colmeia, pois é a fonte principal de proteína das abelhas. Assim, ao garantir o desenvolvimento da família, as abelhas também perpetuam a espécie vegetal.

A polinização pode ocorrer na própria planta, onde o grão de pólen é transportado para o estigma da flor ou, ainda, em outras plantas,

com a transferência dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma de outra planta através de agentes polinizadores. O sucesso na polinização cruzada, constitui uma importante adaptação evolutiva das plantas, aumentando o vigor das espécies, possibilitando novas combinações de fatores hereditários e aumentando a produção de frutos e sementes (COUTO; COUTO, 2006). Nesse contexto, não apenas os componentes dessa interação são beneficiados, mas também o homem, que ao longo dos anos desenvolveu técnicas que lhe permitiram tirar proveito do trabalho de polinização das abelhas. Através da apicultura migratória um grande número de enxames é transportado para culturas de interesse econômico, onde aumentam consideravelmente a produção dos frutos.

Embora no Brasil o aluguel de colmeias não seja uma prática comum, considerando que no clima tropical há um número maior de polinizadores tais como coleópteros, dípteros e outros, nos últimos anos têm crescido o interesse dos produtores agrícolas no uso das abelhas para o aumento da produção (VIEIRA et al., 2002).

De acordo com Picolli (1999), o Estado de Santa Catarina foi o pioneiro na utilização das colmeias para a polinização dos pomares de macieiras, de modo racional e profissional, em nosso país. A macieira é uma planta de total dependência dos insetos e especialmente das abelhas, para a sua frutificação.

O uso de agentes polinizadores em áreas cultivadas é uma atividade complexa, uma vez que exige do responsável bons conhecimentos sobre fisiologia de plantas, requerimentos de polinização da cultura em questão, biologia e eficiência polinizadora do inseto usado. Esses conhecimentos por parte de quem se propõe à trabalhar com polinização são de fundamental importância para o sucesso da atividade (FREITAS, 1998).

As abelhas, cujo manejo para a polinização é comum em boa parte do mundo são: as abelhas de mel (*Apis mellifera*) nas mais diversas culturas; as mamangavas (especialmente *Bombus terrestris*) manejadas, de modo particular, no cultivo de solanáceas e, em especial, em plantações de tomate; as abelhas carpinteiras (*Xylocopa* sp.), no maracujá; diversas espécies do gênero *Osmia*, em plantações de maçã e outras frutíferas; e *Megachile rotundata* na polinização de alfafa (MALAGODI-BRAGA, 2005).

Os cítricos são os frutos mais produzidos no mundo, incluindo-se as laranjas (58%), as tangerinas e híbridos (21%), limões e limas (11%) e

grapefruit ou pomelos (4%), entre outros. O Brasil, os Estados Unidos e a China são os países responsáveis por mais de 46% da produção mundial de citros e, juntos com México e Espanha, formam os cinco maiores produtores do mundo (FAO, 2005).

As variedades cítricas comerciais pertencem a diversas espécies da família Rutaceae e, principalmente, ao gênero *Citrus*. Desse gênero, as principais espécies são: laranjas doces, tangerinas, limões, limas ácidas e pomelos. Outras espécies de menor importância também são encontradas como a toranja, lima doce, laranja azeda e cidra. Enquanto para cada grupo cítrico existe uma espécie, para as tangerinas existem várias variedades de uso comercial, representadas, principalmente por Satsuma (*Citrus unshiu* Marc.), Mexerica (*Citrus deliciosa* Ten.), King (*Citrus nobilis* Lour.) e Tangerina comum (*Citrus reticulata* Blanco).

No Brasil, os cítricos ocupam lugar de destaque dentre as diversas culturas agrícolas, por causa do seu grande valor de exportação e à sua importância social, pois gera grande número de empregos e permite que pequenos proprietários permaneçam no campo vivendo com suas famílias. Segundo Gravina (1998), o mercado mundial de fruta cítrica para consumo fresco vem apresentando uma importante evolução nos últimos anos. Em 2004, a Itália foi o principal país importador de tangerina, com 48% do total das importações mundiais. Os principais países exportadores de laranjas e tangerinas in natura são Espanha, China, e Turquia (AGRIANUAL, 2006). O mercado internacional exige frutas sem sementes. No Brasil, as pesquisas sempre estiveram voltadas para a citricultura de indústria, em detrimento da citricultura de mesa. Entretanto, com a importação de frutos vindos da Espanha e do Uruguai, onde a característica da apirenia figura entre as mais importantes, abre-se no país a possibilidade de pesquisas, assim como a produção e exportação desse tipo de variedade. Isso deverá incentivar o estudo de novas tangerinas e híbridos, com a finalidade de produzir frutos de alta qualidade e com poucas sementes.

A produção de sementes nos cítricos está associada à polinização. As variedades, na maioria, são autopolinizadas, com incrementos de polinização ocorrendo com a presença de abelhas e, quando sofrem cruzamentos, pode haver acréscimo na produção de sementes. Adversidades também podem causar aumento no número de sementes; um estresse ambiental, como um período de seca prolongado, pode "alertar" a planta para produzir mais sementes, pois, assim, haverá maiores chances de sobrevivência da espécie (FULLER, 2001).

A polinização das plantas cítricas pode ser realizada por contato direto do pólen (parte masculina) com o estigma (parte feminina), o que é chamado de autopolinização, isto é, sem a interferência de um agente polinizador, ou, então, o pólen pode ser transportado pelo vento e por insetos (REUTHER et al., 1968).

O vento é um agente polinizador de mínima importância, uma vez que o pólen dos citros é viscoso, aderente e bastante pesado. Entretanto, pode ser transportado por correntes de vento acima de 40-50 km/h, mas dificilmente alcançaria distâncias maiores que 12-15 metros (SOLER et al., 1996). As abelhas e outros insetos são atraídos pelo perfume e abundância de néctar das flores, atuando como os principais agentes polinizadores. Algumas espécies de trips, marimbondos e ácaros são encontradas nas flores; entretanto, são inferiores em número e, possivelmente, em efetividade (FREE, 1979).

As tangerinas e seus híbridos formam o segundo grupo entre os cítricos em importância comercial. Quanto ao consumo da produção de tangerinas no mundo, os principais exportadores de fruta fresca são: Espanha (60%), Marrocos (10%), China (6%) e outros países com cerca de 1% a 4% do total de cada um

No Brasil, a industrialização de tangerinas decresceu nos últimos anos e a exportação é pequena, tendo atingido de 6 a 8 mil toneladas, principalmente de 'Murcott'. Para o grupo de variedades de tangerinas comercializadas na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), no total das quatro variedades mais comercializadas, o período de abril a agosto é o mais importante, com quantidades superiores a 600 mil caixa/mês. A principal variedade comercializada em São Paulo é a Ponkan, com aproximadamente 70% até 90% nos meses de março a agosto. A segunda variedade é a Murcott, com aproximadamente o dobro da 'Mexerica' e da 'Cravo' que ocupam a terceira e quarta posição, respectivamente. Para a 'Ponkan', os meses de abril a agosto é o período mais importante de comercialização, com os melhores preços no início (março/abril). Para a 'Murcott', o volume comercializado torna-se crescente a partir de junho, atingindo o pico em setembro/outubro, já com aumento do preço médio, por existirem poucas variedades de tangerina sendo comercializadas. Para a 'Mexerica', o período de maior oferta é de maio a agosto, com melhores preços no período de abril a maio e em setembro. Para a 'Cravo', a maior quantidade comercializada na CEAGESP é de abril a maio mas, no geral, os preços são mais baixos do que os das outras variedades (LOPES et al., 2007).

À medida que o incremento de produtividade dos fatores de produção e a elevação dos índices de qualidade, elementos que definem a competitividade de cada cultura, são condicionados pelos investimentos em geração e difusão de tecnologia, não resta dúvida que a pesquisa científica e tecnológica contribui para o desenvolvimento da citricultura (AMARO, 1985; SÃO PAULO, 2003).

O cultivo de tangerinas e seus híbridos cresceram, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial com 1.263.000 toneladas colhidas na safra 2003, numa área plantada superior a 50 mil hectares, sendo São Paulo, com cerca de 59% da produção, o principal estado produtor (AGRIANUAL, 2004; FAO, 2004). Na Paraíba, o Município de Matinhas possui 939,5 hectares plantados com a tangerina 'Dancy' (*Citrus reticulata* Blanco) e estima-se que existam, no município, aproximadamente 1,3 milhões de plantas, que são responsáveis por 90% da produção do estado (LOPES et al., 2006).

Historicamente, os autores afirmam que as flores de *Citrus* são visitadas principalmente por himenópteros, coleópteros, dípteros, lepidópteros e neurópteros, com as abelhas respondendo por 80% dessas visitas (MCGREGOR, 1976).

Várias experiências relacionadas com polinização de *Citrus* comprovaram o aumento da produtividade de pomares com a presença de abelhas. Wafa e Ibrahim (1960) mostraram um aumento de 31% na produção de frutos em laranjeiras visitadas pelas abelhas, com 22% de aumento no peso dos frutos, 33% de aumento na quantidade de suco (sem mudança alguma em sólidos) e 36% de aumento no número de sementes. No Brasil, alguns estudos comprovaram a importância da presença das abelhas para se obter uma maior produção de frutos (MALERBO, 1991; PASINI, 1989; TREVISAN, 1983). Malerbo e Nogueira-Couto (2002), em Jaboticabal, SP, observaram um aumento de 19,4% na produção de frutos com a presença dos agentes polinizadores. Malerbo et al. (2003) obtiveram aumento de 35,3% na produção de frutos com a presença das abelhas.

Os meliponíneos formam um grupo, cujos indivíduos possuem uma dependência maior das características climáticas e florísticas de suas respectivas regiões de origem. A favor dessa hipótese está o fato de que, das mais de 300 espécies de meliponíneos conhecidas, pelo menos 100 estão em perigo de extinção por causa da destruição de seus habitats pelo homem (KERR, 1996). A manutenção da diversidade biológica em ecossistemas agrícolas não é uma tarefa muito fácil, mas necessária para a sustentação de culturas agrícolas que dependem

de polinizadores. Em área de Caatinga com culturas introduzidas, foi observado que a abelha *M. scutellaris* visitou a jaquemontia azul (*Jaquemontia tammifolia*), cambará (*Wulffia stenoglossa*), unha-de-gato (*Mimosa tenuiflora*) e laranjeira (*Citrus* sp.) (EVANGELISTA-RODRIGUES et al., 2004).

A abelha uruçu (*Melipona scutellaris*) é encontrada principalmente no Nordeste (SOUZA; BAZLEN, 1998), se caracterizando por produzir mel de ótima qualidade, , sua higiene e facilidade de domesticação, dentre outras características que a beneficiam e a destacam das demais melíponas (SOUZA et al., 1998).

Na citricultura, as pesquisas abrangem estudos de clima, solo, genética, botânica, sanidade de plantas, propagação de material, porta-enxertos, diversos manejos de fitotecnia (água, espaçamentos), nutrição, pragas, doenças, fisiologia, economia e administração (AMARO, 1996). A finalidade principal das pesquisas sempre foi a de proporcionar aos citricultores conhecimentos que lhes permitissem obter nos pomares as melhores produções econômicas tanto em quantidade quanto em qualidade dos frutos. No entanto, a falta de conscientização, principalmente dos pequenos produtores, restringe a adoção de novas técnicas, por exemplo, o uso da polinização, por praticarem a agricultura tradicional. Nesse cenário, torna-se importante um estudo que demonstre o aumento da qualidade e quantidade dos frutos com o emprego da polinização agregando valor à produção de *Citrus*. Hoje, o mercado consumidor mais exigente tem demonstrado interesse em produtos com menores taxas de agrotóxicos e insumos agrícolas, inclusive utilizando-se da compra de produtos orgânicos.

Desenvolvimento das pesquisas com *Citrus*

Mesmo tendo destaque na produção estadual, o Município de Matinhas, PB apresenta uma média de produtividade abaixo da nacional. Estima-se que por meio de agentes polinizadores poder-se-á ter uma produção de frutos bem formados com melhor qualidade e em maior quantidade por hectare aumentando o potencial da citricultura da região. O Município de Matinhas está localizado na Mesorregião do Agreste e Microrregião do Brejo Paraibano, a 147 km de João Pessoa e 24 km de Campina Grande. Geograficamente, apresenta uma área de 38,123 km², altitude média de 300 m e uma população de 4.314 habitantes, sendo 80% na zona rural e 20% na zona urbana (IBGE, 2004). Seu índice de desenvolvimento humano (IDH) é de 0.576, segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano (PNUD, 2000).

O Município de Matinhas está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, com relevo movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. A vegetação dessa unidade é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes. O clima é do tipo tropical chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se estender até outubro.

A citricultura do Município de Matinhas ocupa uma área de 1.122 hectares (IBGE, 2004), distribuídos entre 421 produtores, apresentando-se como tipicamente de minifúndio familiar, dos quais 83% possuem até três membros da família envolvidos com a cultura e 68% dos citricultores estão na atividade há mais de 10 anos (LOPES et al., 2007). Com uma produção de 7,2 mil toneladas de tangerina em 2003, Matinhas ajudou a colocar a Paraíba na posição de maior produtor nordestino (12.631 toneladas) e sétima posição no ranking nacional (IBGE, 2004).

Considerando que o Município de Matinhas é o maior produtor de tangerina e laranja cravo do Estado da Paraíba, é fundamental incentivar a produção de modo sustentável. Nesse contexto, o conhecimento dos visitantes florais dessa cultura e o manejo agroecológico dos polinizadores da cultura de *Citrus* possibilitarão o incremento produtivo, contribuindo para a conservação dos insetos visitantes, especialmente as abelhas.

Este estudo que o Núcleo de Pesquisa em Abelhas da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) vem desenvolvendo tem como objetivo a caracterização dos polinizadores das espécies de tangerina (*Citrus* spp.) para o desenvolvimento sustentável da mesorregião do Agreste Paraibano. Para se alcançar este objetivo, o grupo se propõe a: a) determinar e caracterizar as espécies de abelhas visitantes nos *Citrus* do Agreste Paraibano; b) avaliar a qualidade do mel e do pólen produzidos por Citrus na região; c) fazer a adaptação de metodologias para o manejo de polinizadores nos *Citrus* na mesorregião do Agreste e d) implantar o manejo sustentável de polinizadores em *Citrus*, preservando a diversidade de espécies de abelhas.

Todas as atividades estão sendo desenvolvidas por discentes e docentes do Núcelo de Pesquisa em Apicultura e Meliponicultura (NUPAM) da UFPB, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) de Lagoa Seca.

Após um trabalho de levantamento das melhores propriedades para a implantação das pesquisas, selecionou-se o Sítio Geraldo de Baixo,

o qual possui 90% de sua área agricultável coberta por um pomar de tangerina 'Dancy' (*Citrus reticulata* Blanco) composto de plantas de idades e tamanhos variados, possuindo uma localização estratégica por estar longe do centro urbano, e cercado por outras propriedades também produtoras de *Citrus*.

Em seguida iniciou-se a atividade de revisão nas cinco colmeias de *Melipona scutellaris* (uruçu) na Estação Experimental da EMEPA, considerando-se parâmetros de qualidade da colônia, como tamanho da família e capacidade de crescimento. Esses parâmetros caracterizam as colônias como aptas ao forrageamento satisfatório, sendo importante para a avaliação da capacidade ou não de polinização do pomar de tangerina. Para o início do experimento, na noite do dia 10 de fevereiro de 2010, período no qual as tangerinas estavam no início da floração, as colmeias foram transportadas da Estação Experimental da EMEPA - Lagoa Seca de forma adequada para o Sítio Geraldo de Baixo – Matinhas. Inicialmente, as colmeias foram pesadas, em seguida, três colmeias foram suspensas e presas no alpendre da sede, protegidas do sol e da chuva e não possuindo nenhuma fonte luminosa próxima ao local. As outras duas foram acomodadas da mesma forma em outra residência da mesma propriedade, afastada 200 m da sede.

As primeiras observações revelaram que as abelhas estavam visitando e coletando material das flores de alguns pés de tangerina. Nas observações seguintes, que foram iniciadas às 4h estendendo-se até as 18h, registrou-se a saída das abelhas por volta das 4h50min terminando por volta das 17h. Durante as observações realizadas nos primeiros 10 minutos de cada hora, pôde-se perceber que as abelhas preferem os horários de clima mais ameno para as suas coletas.

Registrou-se, ainda como dados preliminares, as pesagens realizadas nas colmeias antes da instalação do experimento, pois será através desses dados que se determinará o desenvolvimento das colônias em contato com a florada da tangerina.

Os resultados da atividade de voo das abelhas são mostrados na Figura 1. As causas prováveis da variação da frequência diária de visitação podem estar relacionadas à temperatura atmosférica e à umidade relativa do ar.

Pôde-se observar que no primeiro dia de observação (12 de fevereiro) a frequência foi mais regular do que nos outros dias. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato do dia estar com uma temperatura bem elevada e com baixa umidade do ar.Também pôde-se observar que a partir das 16h não se encontrava mais abelhas no campo.

Comparando-se os dias 16 e 17 de fevereiro, notou-se que no dia 16 às 5h, as abelhas já estavam realizando coleta em campo, porém, no dia 17, provavelmente por causa da queda de temperatura, com a presença de neblina, notou-se poucas abelhas no campo e muitas somente no entorno da colmeia, sem realizar coleta de material. No final da tarde do dia 16 não se encontrava abelhas no campo, provavelmente por causa da grande umidade relativa do ar e às chuvas localizadas. Esse mesmo comportamento foi observado ao longo do dia 17. Os demais dados ainda não foram computados e analisados, portanto, foram apresentadas aqui apenas observações parciais.

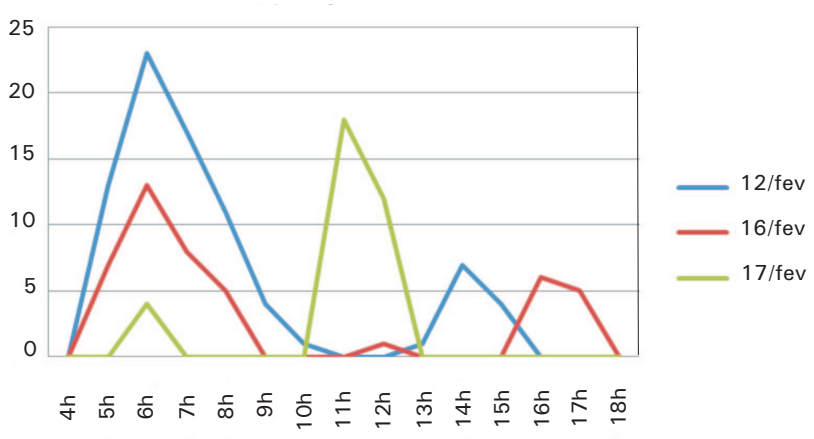


Figura 1. Frequências diárias de *Melipona scutellaris* nas plantas de tangerina (*Citrus* sp.) no Município de Matinhas, PB.

Considerações Finais

Os estudos de polinização com *Citrus* são de fundamental importância, assim como para outras culturas de expressão econômica. Aliado a isso, está a importância do estudo da polinização no plantio da tangerina no Município de Matinhas, no Estado da Paraíba, uma vez que essa atividade está diretamente relacionada à fixação do homem ao meio rural da região. Se, por meio de pesquisas, houver condições de aumento de produção, em termos de qualidade e quantidade, e for mantida a criação de abelhas nativas de forma sustentável, e inclusive criando-se alternativas de renda e inserção econômica e social dessas famílias, considera-se que a Universidade terá cumprido o seu papel social, correlacionando ensino, pesquisa e extensão.

Referências

AGRIANUAL 2004: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2004.

AMARO, A. A. Interrelação produtividade: custo de citros. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DE CITROS, 1., 1985, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1985. p. 99-113.

AMARO, A. A. Situação e perspectivas da citricultura. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 26, n. 10, p. 23-26, out. 1996.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura**: manejo e produtos. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 193 p.

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; DANTAS, H. K. de M.; FERRAZ, M. A. Diagnóstico da arquitetura do ninho de Melípona scutellaris L. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 78, p. 24-28, 2004.

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. In: FREITAS, B. M.; PEREIRA, J. O. P. (Ed.). **Solitary bees:** conservation, rearing and management for pollination. Fortaleza: Imprensa Universitária. 2004. p.19-25.

FAO. **FAOSTAT Statistical databases**. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em: 26 jun. 2005.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1979. 522 p

FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. **Mensagem Doce***,* São Paulo, n. 46, maio, 1998. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/46/ artigo2.htm>. Acesso em: 12 ago. 2010.

FULLER, K. **Active lifestyles:** plant Q&A. 2001. Disponível em: <http://www.staugustine.com>. Acesso em: 12 jul. 2010.

GRAVINA, A. Produção de citros para exportação no Uruguai. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITRUS: TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro, SP. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p. 273-288.

IBGE. **Estimativa da população.** 2004**.** Disponível em: <http/www.ibge.gov.br/cidades>. Acesso em: 20 jul. 2010.

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

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C. de; MOURA, F. T. de. **Diagnóstico da citricultura de Matinhas, PB.** João Pessoa: EMEPA, 2006. 31 p. il. (EMEPA. Documentos, 52).

LOPES, E. B.; ALBUQUERQUE, I. C.; MOURA, F. T. Perfil da citricultura de Matinhas – PB, visando ao mercado nacional. **Tecnologia & Ciência Agropecuária,** João Pessoa, v.1, n.1, p.1-7, set .2007.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington, DC: USDA, 1976. 411 p. (USDA. Agriculture Handbook, 496).

MALAGODI-BRAGA , K. S. Abelhas: por quê manejá-las para a polinização? **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 80, mar. 2005. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/80/abelhas2. htm>. Acesso em: 20 nov. 2006.

MALERBO, D. T. S. **Polinização entomófila em 3 variedades de laranja *(Citrus sinensis L. Osbeck).*** 1991. 66 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MALERBO, D. T. S.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em 3 variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. Científica**, São Paulo, v. 30, n. 1/2, p. 79-87, 2002.

MALERBO, D. T. S. NOGUEIRA-COUTO, R. H.; 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. 4, p. 237-242, 2003.

PASINI, F. M. **Influência da polinização entomófila sobre a produção e as características dos frutos da laranjeira cultivar Piralima (*Citrus sinensis* L. Osbeck).** 1989. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo , Piracicaba, 1989.

PICOLLI P. O. Polinização de macieiras em Santa Catarina. **Mensagem Doce**, São Paulo, n. 52, jul. 1999.Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/52/polinizacao.htm>. Acesso em: 20 nov. 2006.

PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano**. 2004. Disponível em: <http/www.pnud.org.br/atlas>. Acesso em: 12 jul. 2010.

REUTHER, W.; BATCHELOR, L.; WEBBER, H. **The citrus industry.** Berkeley: University of California, 1968. v. 2, 398 p.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. **Ações da pesquisa tecnológica dos agronegócios.** São Paulo, 2003. 171 p. (APTA. Ação Apta, 10).

SOLER, J.; VILLALBA, D.; CANALLES, J. M.; BELLVER, R.; SALA, J. **Formación de semillas:** polinización cruzada. **Comunitat Valenciana Agraria**, Valência, n. 4, p. 39-43, 1996.

SOUZA, B. de A.; CARVALHO, C. A. L. de; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de méis de abelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais...** Salvador: CBA: FAABA, 1998. p.201.

SOUZA, D. C.; BAZLEN, K. Análises preliminares de características físico-químicos de méis de Tiúba (*Melipona compressipes*). **I**n: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador. **Anais**... Salvador: CBA: FAABA, 1998. p. 267-268.

TREVISAN, M. Importância das abelhas *Apis mellifera* na polinização de *Citrus sinensis*. In: SEMANA CITRICULTURA, 5., 1983. Cordeirópolis. **Anais**... Cordeirópolis: EEL: IAC, 1983. p. 269-279.

VIEIRA R. E.; KOTAKA C. S.; MITSUI M. H.; TANIGUCHI A. P.; TOLEDO V. de A. A. de; RUVOLO-TAKASUSUKI M. C. C.; TERADA Y.; SOFIA S. H.; COSTA F. M. Biologia floral e polinização por abelhas em siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb.). **Acta Scientiarum***,* Maringá, v. 24, n. 4, p. 857-861, 2002.

WAFA, A. K.; IBRAHIM, S. H. Effect of the honeybees as a pollinating agent on the yield of orange. ***Elfelaha*****,** Cairo, p. 18, 1960.

Polinização do Meloeiro (*Cucumis melo*)

Márcia de Fátima Ribeiro[1]

Resumo

O melão (*Cucumis melo*) é uma fruta com alta produção no Brasil, sendo a Região Nordeste, com os polos de Mossoró, RN e Vale do Jaguaribe, CE, os maiores produtores e exportadores. O polo Petrolina, PE – Juazeiro, BA destaca-se na fruticultura irrigada, sendo grande produtor de manga, uva (para fabricação de vinho, e de mesa, inclusive sem semente) e em menor escala, goiaba, coco, banana, etc. Recentemente, o cultivo do melão vem aumentando na região principalmente pela possibilidade de várias safras ao ano, por causa do clima propício, com chuvas restritas em apenas 3 meses do ano e grande número de horas de sol. Entretanto, por ser uma planta dependente de agentes polinizadores bióticos para garantir a polinização e fecundação dos óvulos e assim produzir sementes e frutos, é necessário, na maioria dos casos, suplementar a quantidade de polinizadores adicionando colmeias de abelhas melíferas. Apesar de já ter sido estabelecido o número adequado de colmeias para a polinização em outras áreas (como no Ceará e Rio Grande do Norte), não há informações para a região do Submédio São Francisco. Também não há informações quantitativas sobre o incremento da produção com o uso das abelhas melíferas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi investigar, nessa região, como as abelhas melíferas podem contribuir para melhorar a produção de frutos e sementes, em termos de quantidade e qualidade. Dessa forma, a quantidade, diversidade e frequência de visitantes florais foram observadas ao longo do dia. Características dos frutos, como número, peso, formato, tamanho (largura e comprimento) e número de sementes, também foram avaliados. Todas as variáveis mencionadas foram investigadas antes e depois da introdução de colmeias de abelhas melíferas. Os resultados preliminares apresentados

[1]Bióloga, Ph.D. em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, marcia.ribeiro@cpatsa.embrapa.br

aqui mostram que, embora a produção tenha aumentado, a maioria das características avaliadas não foi significativamente diferente após a introdução das colmeias. Uma das razões pode ter sido a presença de colônias ferais nos arredores da área estudada, mesmo antes da introdução das caixas racionais. Outra possibilidade é que as abelhas introduzidas encontraram outras fontes alternativas de alimento, não identificadas por nós nas áreas circunvizinhas. Finalmente, o atraso no pico de visitação das abelhas às flores do meloeiro, observado após a introdução das colmeias, pode ter sido causado pela aspersão de agrotóxicos, que teve de ser usado pelo produtor para prevenir o aparecimento de doenças após as chuvas. Novas observações em outras áreas de cultivo de melão poderão esclarecer o resultado encontrado e definir o número adequado de colmeias de abelhas melíferas para alcançar bons resultados na polinização, e consequentemente, boa produção de frutos de alta qualidade.

Palavras-chave: polinização, melão, *Apis mellifera*, *Cucumis melo.*

Pollination of Melon (*Cucumis melo*)

Abstract

Melon is a fruit with high production in Brazil, being the Northeast region, with the poles of Mossoró, RN and Jaguaribe Valley, CE the major producers and exporters. The pole Petrolina, PE – Juazeiro, BA is remarkable in irrigated fruticulture, being the region a large producer of mango, grapes (for wine production, and for table, including seed less,) and in a smaller scale, guava, coconut, banana, etc. Recently also melon crops are expanding in the region mainly due to the possibility of several harvests per year, because the favorable climate, rains restricted in practically only three months of the year, and large number of hours of sun light. However, because it is a plant dependent on biotic pollinator agents in order to guarantee the pollination and fecundation of the ovules, and thus to produce seeds and fruits, it is necessary, in most of cases, to supplement the quantity of pollinators, adding honey bee hives. Although it is already established the adequate number of hives in other areas (as in Ceará and Rio Grande do Norte), there is no information for the Submédio São Francisco region. Also there is no quantitative information on the increment of the production with honey bees. Therefore, the objective of this work was to investigate, in this region, how honey bees can contribute to improve

the production of fruits and seeds, in terms of quantity and quality. In this way, the quantity, diversity and frequency of flower visitors were observed throughout the day. Fruits' characteristics as number, mass, appearance, size (width and length) and number of seeds were also evaluated. All mentioned variables were investigated before and after the introduction of honey bee colonies. The preliminary results showed here that although the production has been incremented, the majority of the evaluated characteristics were not significantly different after the introduction of the hives. One of the reasons could have been the presence of feral colonies in the surroundings of the studied area even before of the introduction of the hives. Other possibility is that the introduced bees found other alternative food sources, not identified by us at the nearby areas. Finally, the delay in the pick of visitation of the bees to the flowers can have been caused by the dispersion of agrotoxics that had to be used by the producer in order to prevent the appearing of diseases after rains. New observations, in other areas of melon crops, could clarify the result found and define the adequate number of honey bee hives to reach good results in the pollination and consequently, good production of high quality fruits.

Keywords: pollination, melon, *Apis mellifera*, *Cucumis melo.*

Introdução

O melão é a oitava fruta mais produzida no mundo. No Brasil é uma das 10 frutas mais exportadas. Os principais exportadores de melão no mundo são Espanha, México, Estados Unidos, Costa Rica, França e Brasil (FRUTISERES, 2003 citado por GERHARDT, 2007).

Em 2005 e 2006, observou-se um aumento de 20% na produção dessa fruta, 44% na sua exportação e 26% no valor de comercialização. O melão é uma das espécies de maior expressão sócioeconômica para o Nordeste brasileiro. Os estados que são os maiores produtores nessa região são Ceará (Baixo Jaguaribe), Rio Grande do Norte (polo Mossoró e Açu) e Bahia e Pernambuco (Submédio São Francisco). Juntos, esses estados produziram em 2007 mais de 200 mil toneladas, totalizando 95% da produção nacional (AGRIANUAL, 2009).

No Submédio São Fransciso (polo Petrolina-Juazeiro) o melão tem sido produzido desde a década de 1960. Entretanto, a partir de 1995-1996, começou a perder espaço para outras culturas. Atualmente, nota-se um novo crescimento em seu cultivo local. Porém, faz-se necessário

um estudo detalhado dos agentes polinizadores e da polinização dessa olerícola, pois há carência de informações para a região, onde o uso de abelhas melíferas não é bem definido e regular, e muitas vezes realizado de acordo com informações obtidas em outros locais. No Estado do Ceará foi realizado um estudo (SOUZA, 2003) que definiu com detalhes o uso de colmeias de abelhas melíferas em áreas de cultivo de melão naquela região. Esse trabalho tem servido de base para os produtores, mas não se sabe se o comportamento dos polinizadores e o número necessário de colmeias são os mesmos que em outras regiões.

O objetivo deste trabalho foi obter informações detalhadas sobre os polinizadores na região do polo Petrolina, PE – Juazeiro, BA, e avaliar a produção e qualidade de frutos com a utilização de abelhas melíferas.

Material e Métodos

Foram utilizadas áreas de plantio de meloeiro amarelo, híbrido Gold Mine. A primeira, usada como piloto, foi uma área de 0,25 ha, localizada no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido (CPATSA), em Petrolina, PE (Figura 1). A segunda (Figura 2) e terceira (Figura 3) foram áreas de produtores, respectivamente com 1 ha e 2,8 ha e localizadas no Salitre e Mandacaru, Juazeiro, BA. Em todas as áreas, a irrigação utilizada foi

Foto: Francimária Rodrigues.

Figura 1. Área de plantio de meloeiro amarelo (*Cucumis melo*), localizada no Campo Experimental de Bebedouro (Petrolina, PE).

Foto: Márcia de Fátima Ribeiro.

Figura 2. Área de 1 ha, com plantio de meloeiro amarelo (*Cucumis melo*), localizada no Salitre (Juazeiro, BA).

Foto: Márcia de Fátima Ribeiro.

Figura 3. Área de 2,8 ha, com plantio de meloeiro amarelo (*Cucumis melo*), localizada em Mandacaru (Juazeiro, BA).

A área de Bebedouro, cercada por vegetação bastante antropizada (Figura 2), só pôde ser usada para observações dos visitantes florais, pois se tratava de um experimento de outro pesquisador e não pudemos avaliar os frutos resultantes, nem introduzir colmeias de abelhas melíferas. A área de 2,8 ha (Figura 3), circundada por outros cultivos, foi utilizada para as avaliações dos visitantes florais apenas antes da introdução das colmeias de abelhas; os frutos foram perdidos, pois foram colhidos sem sermos avisados. Estamos aguardando novo plantio de melão para dar continuidade às observações, após a introdução das colmeias de abelhas e realizar avaliação dos frutos nas duas situações.

A área de 1 ha (Figura 2), com vegetação nativa ao redor, foi usada para os estudos dos visitantes florais e dos frutos, antes e depois da introdução das abelhas melíferas.

O meloeiro produz flores masculinas no início da floração e, posteriormente, também flores hermafroditas. As observações foram feitas em ambas as flores, e os dados foram reunidos, pois os frutos resultantes das flores hermafroditas fecundadas recebem visitas de abelhas que podem ter visitado flores masculinas anteriormente.

Análise dos visitantes florais

Iniciou-se a observação dos visitantes florais aproximadamente no meio do ciclo da cultura, ou seja, ao redor do 30º dia, quando existem flores de ambos os tipos.

O comportamento das abelhas melíferas nas flores foi observado, assim como o horário de maior visitação e o recurso obtido (néctar e/ou pólen). Também foi registrada a presença de outros visitantes caso aparecessem. Duas flores foram marcadas com fitas coloridas e observadas ao longo do dia. O observador realizou as observações simultaneamente nas duas flores. A escolha das flores foi feita segundo critérios de facilidade de observação e altura das mesmas. As observações foram realizadas em intervalos de 10 minutos a cada meia hora, durante 5 dias, desde a antese das flores (no início da manhã) até sua senescência e/ou término da atividade dos visitantes. Eventualmente, por dificuldade logística, foi necessário realizar as observações em dias alternados, apenas no período da manhã, ou apenas nos período da tarde, para completar o equivalente a 5 dias.

Alguns visitantes florais (alguns indivíduos de cada espécie) foram coletados, sacrificados em acetato de etila, montados em alfinete entomológico, identificados e depositados na coleção do laboratório de Ecologia (Ecoteca) da Embrapa Semiárido. As abelhas foram enviadas à taxonomista, Dra. Favízia de Oliveira, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), para confirmação de sua identificação.

Simultaneamente à observação dos visitantes florais foram tomados dados de temperatura (ºC) e umidade relativa (%), com um termohigrômetro e/ou com base na estação meteorológica localizada na estação Experimental de Mandacaru, da Embrapa Semiárido.

A introdução de colmeias de abelhas melíferas até o momento ocorreu apenas na área de 1 ha, após um novo plantio com o mesmo híbrido de melão. Embora Sousa (2003) tenha sugerido o número de quatro colmeias/ha, foram introduzidas cinco colmeias, uma semana antes de serem realizadas as observações dos visitantes florais, que ocorreram ao redor do 30º dia do período de floração. Uma vez que o mesmo autor verificou que resultados semelhantes foram encontrados quando as colmeias foram colocadas na borda ou no centro da área de cultivo, as mesmas foram adicionadas na borda da cultura da área experimental. As observações dos visitantes florais e as análises dos frutos foram realizadas seguindo as mesmas metodologias.

Avaliação dos frutos

A análise dos frutos do meloeiro foi realizada antes (N = 30 frutos) e depois (N = 30 frutos) da introdução de colmeias de abelhas melíferas. Os frutos amostrados foram pesados em balança eletrônica (capacidade 2.100 g), medidos (comprimento e largura média) com paquímetro digital, classificados quanto à aparência (formato: ovalado ou arredondado; e formação: bem ou mal formados). Foram calculados média e desvio-padrão para as medidas de peso e tamanho, e porcentagens de cada tipo de fruto quanto às duas últimas variáveis.

Para medir o conteúdo de sólidos solúveis (ºBrix), foi utilizado um refratômetro de bancada. Os açúcares solúveis totais (AST) foram determinados pelo método de antrona. Utilizou-se 1 g de suco diluído para 100 mL de água destilada, filtrado e, em seguida foi tomado uma alíquota de 10 mL do filtrado e feito o doseamento para 100 mL de água destilada. Para leitura, foram utilizados tubos de ensaio contendo uma alíquota de 0,3 mL do extrato e adicionados 2 mL de antrona. Os tubos foram agitados e levados ao banho-maria a temperatura de

100 ºC por 8 minutos, após esse tempo, os tubos foram colocados em água gelada e procedeu-se a leitura em espectofotômetro a 620 nm. Os resultados foram expressos em percentagem conforme metodologia proposta por Yemn e Willis (1954). Os açúcares redutores (AR) foram determinados pelo método do DNS. Para a extração utilizou-se 1 g do suco da amostra e, em seguida, transferido para balão de 50 mL e completado com água destilada. Para leitura, foram tomadas alíquotas de no máximo 1,5 mL do filtrado e adicionado 1 mL de DNS. Em seguida os tubos foram agitados e levados ao banho-maria a 100 ºC por 5 minutos. Após esse tempo, os tubos foram colocados em banho de gelo e adicionado 7,5 mL de água destilada. A leitura foi feita em espectofotômetro a 540 nm. Os resultados foram expressos em percentagem conforme metodologia proposta por Miller (1959). Os açúcares não redutores (ANR) foram determinados por diferença entre a concentração dos açúcares solúveis totais e açúcares redutores, e expressos em percentagem.

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado usando-se um refratômetro digital com compensação automática de temperatura, tomando duas gotas do filtrado após homogeneização da fatia do fruto em processador. Os resultados foram expressos em percentagem (º Brix). A acidez total (AT) foi determinada em duplicata utilizando-se 1 g do suco da amostra, ao qual adicionou-se 50 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína a 1%. A seguir, procedeu-se a titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH a 0,01 M, por causa da baixa acidez do melão. Os resultados de ácido cítrico foram expressos em porcentagem.

As sementes foram retiradas dos frutos, lavadas em água corrente e secadas ao ar para facilitar a contagem, uma vez que possuíam muita polpa ao redor. Após a secagem, foram contadas com auxílio de contadores manuais e pesadas em balança de precisão.

Resultados e Discussão

Visitantes florais

Entre os visitantes florais do meloeiro foram observadas, principalmente, abelhas, mas também moscas (0,3%) e borboletas (0,1%). Entre as abelhas, a mais abundante foi a *Apis mellifera* (99,07%) e, em frequência muito menor, algumas abelhas solitárias (0,3%). A maior visitação às flores ocorreu de manhã. Entretanto, dependendo do local e da situação, o pico variou. Assim, em Bebedouro, a maior visitação das abelhas foi às 11h (4,9 ± 3,8 abelhas), enquanto na área de 2,8 ha, o pico de visitação

ocorreu por volta de 10h30min (2,4 ± 1,3 abelhas). Na área de 1 ha, o maior número de abelhas apareceu às 7h, com 7,2 (± 3,4 abelhas) (Figura 4). Essa área foi mais visitada por estar em uma região mais preservada, onde, certamente, encontravam-se colônias ferais nos arredores da área cultivada.

Sousa (2003), em estudo realizado no Ceará, observou que o período de maior frequência das abelhas nas flores foi no início da manhã, entre 5h e 7h. Resultado próximo daquele encontrado na área de 1 ha, neste estudo.

Em todos as áreas, a visitação das abelhas foi reduzida no período da tarde, principalmente após as 14h ou 15h (1,3 ± 0,22 abelhas).

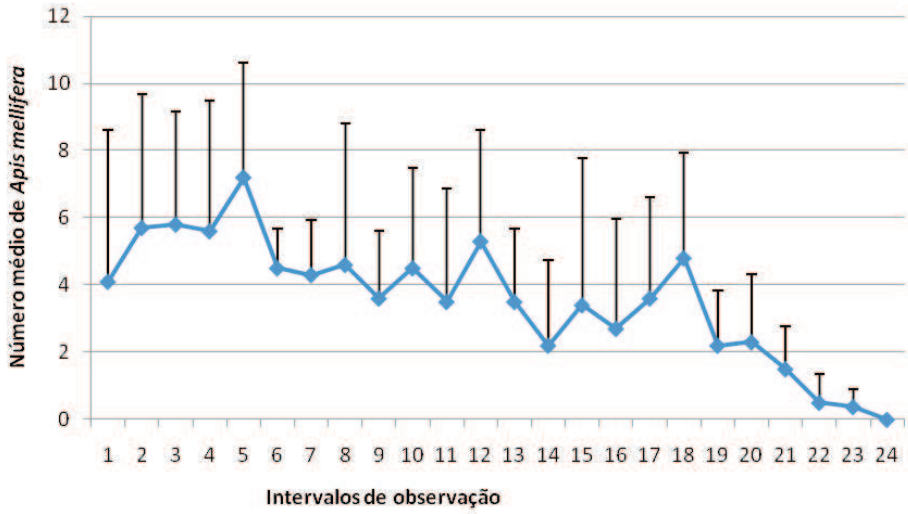


Figura 4. Número médio de *Apis mellifera* visitando as flores de meloeiro (*Cucumis melo*), na área de 1 ha, durante os intervalos de observação, antes da introdução das colmeias.

Depois da introdução das colmeias (Figura 5), na área do Sr. Amilton, o pico de visitação foi registrado às 10:00h, com 7,8 (± 3,2 abelhas). Esse número, diferente do esperado (ou seja, um grande número de visitas), foi pouco maior que o que foi observado antes da introdução das colmeias.

Haveria três possíveis razões para explicar isso. A primeira seria que as abelhas tivessem visitado menos as flores de melão por terem encontrado outras fontes de alimento mais atrativas nos arredores da área de cultivo, mas não foi observada nenhuma floração expressiva na vizinhança da propriedade naquele período. Uma segunda possibilidade seriam as condições climáticas desfavoráveis que impediriam que as abelhas voassem adequadamente, como por exemplo, vento excessivo. Entretanto, com base em dados climáticos obtidos na estação de Mandacaru, observou-se que, em princípio, não houve grandes diferenças nas médias mensais que pudessem justificar visitas menos frequentes às flores. Finalmente, a terceira possibilidade seria a aspersão de agrotóxicos. O proprietário da área de 1 ha relatou que aplicou agroquímicos antes do previsto por causa das chuvas que ocorreram inesperadamente. Esse período coincidiu com o que as colmeias de abelhas estavam na área de cultivo e pode ter ocasionado a menor frequência de visitação às flores, que por sua vez pode ter reduzido a polinização dos frutos.

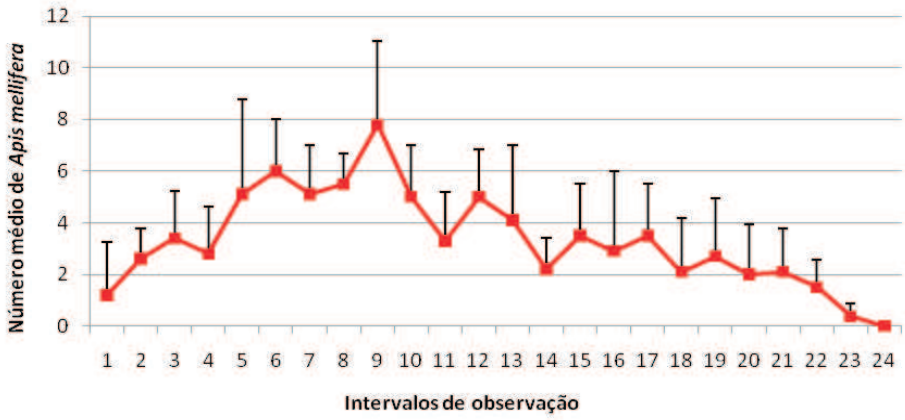


Figura 5. Número médio de *Apis mellifera* visitando as flores de meloeiro (*Cucumis melo*), na área de 1 ha, durante os intervalos de observação, depois da introdução das colmeias.

Análise dos frutos

Em relação à análise dos frutos, as Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos antes e depois da introdução das colmeias de abelhas melíferas.

Tabela 1. Média e desvio-padrão das variáveis analisadas para os frutos de meloeiro: peso fresco (g), Brix (o.), comprimento (mm), largura (mm), formato (%), aparência (formação), número e peso seco de sementes dos frutos do meloeiro, antes (AAb) e depois (DAb) da introdução de colmeias de abelhas melíferas (*A. mellifera*), e valores de P ($P < 0,05$): Mann-Whitney U teste para todas as variáveis, exceto formato e formação do fruto; Chi-quadrado para formação do fruto.

Colmeias *Apis mellifera*	Peso fresco (g)	Brix (o.)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Formato (%)	Formação (%)	N. sementes	Peso seco sementes (g)
antes	2732,81 ± 480,32 (N = 30)	11,55 ± 1,14 (N = 30)	196,43 ± 13,37 (N = 30)	162,09 ± 8,83 (N = 30)	43,33 AR 56,67 OV (N = 30)	100 B 0 MF (N = 30)	706,5 ± 80,10 (N = 30)	31,30 ± 3,90 (N = 30)
depois	2597,65 ± 430,85 (N = 30)	11,28 ± 0,89 (N = 30)	191,78 ± 10,86 (N = 30)	156,78 ± 7,84 (N = 30)	36,67AR 63,33 OV (N = 30)	100 BF 0 MF (N = 30)	686,7 ± 51,04 (N = 30)	28,78 ± 3,37 (N = 30)
Valor P	0,45	0,61	0,25	0,02	< X2c	-	0,3	0,15

Legenda: N = número de frutos; AR = arredondado; OV = ovalado; BF = bem formado; MF = mal formado.

Tabela 2. Dados referentes aos valores encontrados para os teores médios de açúcares totais e açúcares redutores e não redutores, sólidos solúveis, acidez e relação entre sólidos solúveis e acidez, para os frutos de meloeiro analisados antes e após a introdução de colmeias de abelhas melíferas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Colmeias A. mellifera	AST	ANR	AR	SS	AT	SS/AT
antes	9,11a	4,04a	5,06a	10,9a	0,132a	85,05a
depois	8,96a	2,92b	5,64a	10,85a	0,129a	82,19a

Legenda: AST = açúcares solúveis totais; ANR = açúcares não redutores; AR = açúcares redutores; SS = sólidos solúveis; AT = acidez titulável; SS/AT = relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

Contrariando nossas expectativas, houve uma tendência geral de as variáveis mostrarem valores menores após a introdução das abelhas melíferas, embora essas diferenças não tenham sido significativas, exceto para a largura dos frutos (Tabela 1) e açúcares não redutores (Tabela 2). Além disso, é possível que na região houvesse colônias ferais de abelhas melíferas que já estivessem promovendo adequada polinização dos frutos.

Os resultados indicaram que, provavelmente, a área estudada já possuía quantidade adequada de polinizadores e, assim, a introdução de colmeias de abelhas não produziu aumento significativo na qualidade dos frutos. Entretanto, observou-se um aumento na produtividade da área de 42 para 45 toneladas, após a introdução das colmeias, o que sugere que ao menos o número de frutos foi incrementado com as colmeias introduzidas.

Assim, será necessário realizar maior número de observações, inclusive em áreas degradadas e/ou com piores condições no entorno da cultura, para se determinar o número adequado de polinizadores e conseguir alta produtividade de frutos com boa qualidade nessa região.

Agradecimentos

Ao BNB/FUNDECI (2008/111), pelo apoio financeiro ao projeto "Utilização de abelhas melíferas na polinização de culturas agrícolas"; à FACEPE, FUNBIO e CNPq, pela concessão de bolsas, (respectivamente: à N.S.F: BFT 0097-5.04/08 - e F.R.: BFT 0095-5.04/08; à D.T.V e à M.S.C.); à Nayanny de Sousa Fernandes, Francimária Rodrigues, Carla Samantha Rodrigues Silva, Márcia de Sousa Coelho, Daniele T. Vilaronga e Maria de Fátima Pereira Souza, pela coleta de dados; e às estagiárias e funcionários dos setores de Entomologia e Pós-Colheita, da Embrapa Semiárido pelo auxílio na análise de frutos; ao Sr. Francisco Camilo Sousa, pelo auxílio com a apicultura e disponibilidade; aos proprietários das áreas de melão, em especial Sr. Amilton e ao Dr. Joston de S. Assis, da Embrapa Semiárido pelas análises dos açúcares.

Referências

AGRIANUAL 2009: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2009. 496 p.

GERHARDT, M. A. **Manejo de irrigação do melão cantalupensis no Semi-Árido**. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination reducing sugars. **Analytical Chemistry**. Washington, DC, v. 31, p. 426-428, 1959.

SOUSA, R. M. **Polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.): requerimentos da cultura e manejo das colônias**. 2003. 119 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, Colchester, v. 7, n. 3, p. 508- 514, 1954.

Polinização da Mangueira (*Mangifera indica*)

Lúcia Helena Piedade Kiill[1]; Kátia Maria Medeiros de Siqueira[2]

Resumo

A falta de informações sobre os serviços de polinização em agroecossistemas, bem como dos fatores envolvidos na eficiência desse processo, são pontos que vêm dificultando a adoção e o sucesso da utilização de polinizadores na região de Petrolina, PE. Assim, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar os principais agentes polinizadores da mangueira (*Mangifera indica* L) das variedades Tommy Atkins e Haden, verificar a influência da aplicação de agroquímicos em seu comportamento, bem como de propor alternativas aos produtores para melhorar a eficiência da polinização em agroecossistemas. As inflorescências da mangueira são do tipo panícula e apresentam flores masculinas e hermafroditas, na proporção de 2:1, sendo as flores masculinas encontradas principalmente na base e no meio das inflorescências. A abertura das flores ocorre ao longo do dia, com maior ocorrência no período da manhã e, em uma mesma panícula, é possível encontrar botões, flores fechadas, recém-abertas e em senescência floral. O tempo de vida da flor é de 3 dias. No segundo dia as pétalas adquirem tons avermelhados com guias de néctar de coloração marrom, os filetes mudam de cor, adquirindo tom vináceo, marcando o fim do ciclo floral. Ao longo da floração, as flores foram visitadas por 20 espécies de insetos, destacando-se as abelhas e moscas como os principais visitantes. De acordo com o comportamento, frequência e horário de visitas, a abelha *Apis mellifera* e as moscas *Palpada vinetorum*, *Belvosia bicincta* e *Musca domestica* foram consideradas como polinizadoras da mangueira. As observações feitas antes e após a aplicação de agroquímicos indicaram que houve uma redução em torno de 50% e 20%, respectivamente, na diversidade de espécies de abelhas e moscas. Com base essas informações, propostas de manejo dos serviços de polinização foram sugeridas, indicando que a utilização de abelhas seria a alternativa mais

[1]Bióloga, D.Sc. em Biologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, kiill@cpatsa.embrapa.br
[2]Médica Veterinária, D.Sc. em Zoologia, professora da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro, BA, katiauneb@yahoo.com.br

viável para região pela abundância, frequência e fidelidade apresentada por esses insetos. Para a região de Petrolina, PE, essa alternativa pode ser adotada de forma prática e de imediato, dada à facilidade e mobilidade da colocação das caixas nos pomares na época da florada da mangueira, estando também em conformidade com as normas da Produção Integrada de Frutas (PIF). Quanto ao manejo da cultura, sugere-se a condução e poda das plantas facilitar a exposição das inflorescências, uma vez as abelhas e moscas visitam preferencialmente as inflorescências expostas ao sol e posicionadas em locais de fácil acesso. O uso e aplicação de agroquímicos deve ser feito, preferencialmente, ao final da tarde para evitar que esses produtos sejam utilizados no período do pico de visitação dos polinizadores. A conscientização dos produtores de que os serviços de polinização prestados pelos insetos são de uso coletivo deve ser ressaltado. Além disso, eles devem comprender, também, que se não houver um trabalho conjunto nos perímetros irrigados, adotando técnicas e manejo mais sustentáveis, esses serviços podem ser prejudicados.

Palavras-chave: *Mangifera indica*; *Apis mellifera*, *Palpada vinetorum*, *Belvosia bicincta*, manejo.

Pollination of Mango tree (*Mangifera indica*)

Abstract

The lack of information on pollination services in agroecosystems, as well as on the factors which are involved in the efficiency of the process, are points which are making difficult the adoption and success of the utilization of pollinators in the region of Petrolina, PE. Thus, this work was carried out with the objectives of identifying the main pollinator's agents of the mango from the varieties Tommy Atkins and Haden, to verify the influence of the application of agrochemicals on the pollinators' behavior, as well to propose alternative to the producers in order to improve the efficiency of pollination in agroecosytems. The mango inflorescences are panicles and present male and hermaphrodite flowers, at the proportion of 2:1, being the male flowers mainly found mainly at the basal and middle of the inflorescence. The opening of the flowers occurs along the day, with a larger occurrence in the morning, and at the same panicle it is possible to find blossoms, closed flowers, recently opened flowers, and flowers in senescence. The life time of the flower is of 3 days and on the 2nd day, the petals become

reddish with brown nectar guides, the fillets change color, acquiring a wine tone, indicating the end of the flower cycle. Along the blooming period the flowers were visited by 20 insect species, with remarkable presence of bees and flies as the main visitors. According to the behavior, frequency and time of visits, the bee *Apis mellifera* and the flies *Palpada vinetorum*, *Belvosia bicincta,* and *Musca domestica* were considered as the mango pollinators. The observations done before and after the application of agrochemicals indicated that there was a reduction, around 50 and 20% respectively, in the diversity of bees and flies species. Based on this information, proposals of the pollination services' management were suggested indicating that the use of bees would be most viable alternative to the region because of its abundance, frequency and fidelity presented by these insects.
For the Petrolina region, this alternative can be adopted in a practical form and imediately, due to the facility and mobility of placing the hives at the orchads during the mango blooming period, being also according to PIF's rules. Concerning the crop management, it is suggested the conduction and pruning of the plants in order to facilitate the exposition of the inflorescences since the bees and flies visit preferably the inflorescences exposed to sun and located in places of easy access. The use and application of agrochemicals must be done at the end of afternoon to avoid that the products be used during the pick of visitation of pollinators. The awareness of the producers that the pollination services provided by the insects are of collective use must be emphasized. Moreover they should also understand that if they will not work together at the irrigated perimeters, adopting techniques and managements that are more sustainable, these services may be prejudiced.

Keywords: *Mangifera indica, Apis mellifera*, *Palpada vinetorum*, *Belvosia bicincta, management.*

Introdução

Em função da expansão das áreas agrícolas, a carência de polinizadores vendo sendo considerada como um dos fatores que podem limitar o aumento da produtividade em muitas culturas (WOLFF, 2000). A polinização tem sido um dos principais responsáveis pela produtividade e pela rentabilidade da agricultura em vários países nos quais tais serviços encontram-se bem organizados. Mesmo assim, tem ocorrido

uma diminuição da presença dos agentes de polinização, sendo essa atribuída à aplicação de agroquímicos, às modificações de habitat, à poluição e a fatores ambientais, entre outras possíveis causas (DONALDSON, 2006; RICHARDS; KEVAN, 2006; WILLIAMS, 2006).

No que se refere à cultura da mangueira, o Submédio do Vale do São Francisco é um dos principais polos brasileiros de produção e o maior de exportação do Hemisfério Sul, sendo responsável por mais de 95% das exportações brasileiras dessa fruta (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2006). Neste contexto, o Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA apresenta a maior densidade do plantio, com 18,7 mil ha, sendo responsável por cerca de 16.000 empregos diretos na região (IBGE, 2005; LACERDA; LACERDA, 2004).

Apesar de todo o potencial e da importância econômica que a manga representa nos mercados nacional e internacional, a cultura não atingiu, ainda, os níveis de exportação desejados e exigidos pelo mercado externo. Neste sentido, a produção de manga certificada, com a implementação das técnicas de produção integrada recomendadas, bem como, a produção de manga orgânica, tem sido adotada na região para atender às exigências do mercado.

A falta de informações sobre os serviços de polinização em agroecossistemas, bem como dos fatores envolvidos na eficiência desse processo, são pontos que vêm dificultando a adoção e o sucesso da utilização de polinizadores na região de Petrolina, PE.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo identificar os principais agentes polinizares da mangueira das variedades Tommy Atkins e Haden, verificar a influência da aplicação de agroquímicos em seu comportamento, bem como propor alternativas aos produtores para melhorar a eficiência da polinização em áreas cultivadas com mangueira na região do Petrolina, PE.

Aspectos da biologia floral e sistema reprodutivo

As inflorescências da mangueira são do tipo panícula e apresentam flores masculinas e hermafroditas. Na variedade Tommy Atkins, as inflorescências são mais densas e apresentam raque de coloração vermelha (Figura 1a), enquanto na variedade Haden, estas são pouco densas e com raque de coloração rósea (Figura 1b), característica que pode influenciar no comportamento dos visitantes florais que, de modo geral, permaneceram por mais tempo nas inflorescências dessa última variedade.

Nas variedades Tommy Atkins e Haden observadas na região de Petrolina, PE, a razão sexual (masculina/hermafroditas) foi de 2:1. As flores masculinas foram encontradas principalmente na base e no meio das inflorescências, não havendo diferenças entre as duas variedades, em cultivo convencional.

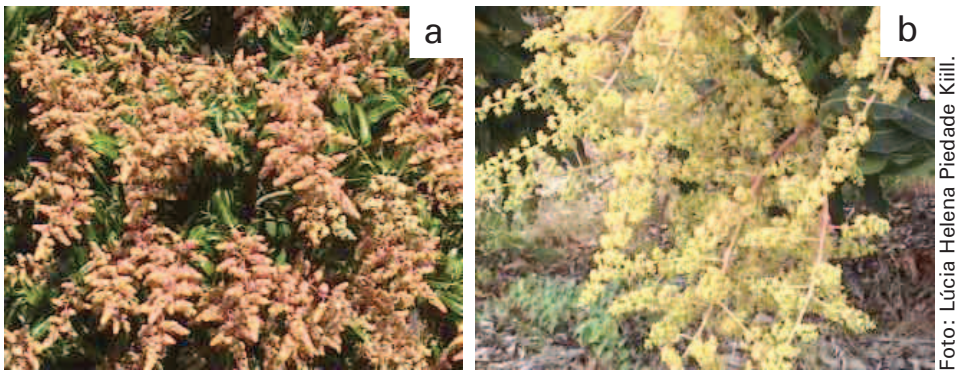


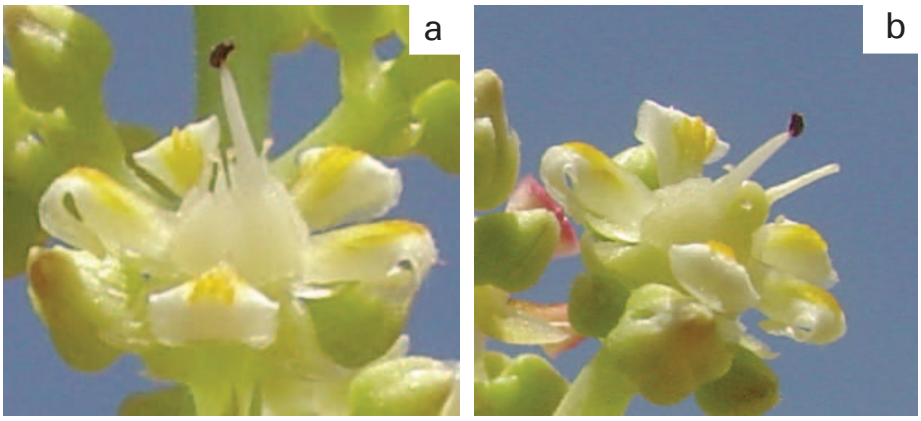
Foto: Edsangela de Araújo Feitosa.

Foto: Lúcia Helena Piedade Kiill.

Figura 1. Detalhe das inflorescências de mangueira (*Mangifera indica*) das variedades Tommy Atkins (a) e Haden (b) no do Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina, PE.

As flores da mangueira são pequenas (6 mm a 8 mm), pentâmeras, de cores claras, apresentam guias de néctar e exalam odor forte e adocicado. Nas masculinas, o androceu é formado por quatro a cinco estaminódios e um estame com anteras bitecas. Nessas flores, o gineceu é rudimentar e o nectário se apresenta na forma de um disco esponjoso no centro da flor (Figura 2a). Os grãos de pólen são pequenos, esféricos e apresentam coloração esbranquiçada. A produção de pólen por antera varia de 900 a 1.000, com viabilidade acima de 90%. A produção de grãos pelos estaminódios não é significativa (cerca de 1% do encontrado para os estames), confirmando que os mesmos praticamente não contribuem para a formação de gametas masculinos.

As flores hermafroditas apresentam androceu semelhante ao descrito para as flores masculinas e gineceu desenvolvido, composto por ovário súpero, uniovulado, com estilete posicionado lateralmente ao ovário, terminando em um estigma simples. O nectário se apresenta na flor de disco esponjoso (Figura 2b), com produção constante de pequenas quantidades de néctar por flor, em média 0,05μL.



Fotos: Carla Tatiana Vasconcelos D. Martins.

Figura 2. Detalhe das flores de mangueira (*Mangifera indica*). (a) Flor masculina e (b) flor hermafrodita. Notar setas indicando o estame (e), estaminódios (es) e ovário (o) e a localização do nectário (n).

De acordo com as características morfológicas, as flores da mangueira, por apresentar atrativos visuais, guias de néctar, produção de néctar em pequenas quantidades e presença de odor, podem ser classificadas como entomófilas de acordo com as síndromes de polinização descritas por Faegri e Pijl (1979).

A abertura das flores ocorre ao longo do dia, com maior ocorrência no período da manhã e, em uma mesma panícula, é possível encontrar botões, flores fechadas, recém-abertas e em senescência floral. As flores recém-abertas apresentam corola de cor creme e anteras de cor violeta (Figura 3a). Nessa fase, as anteras estão fechadas, o estigma encontra-se fértil (protoginia), um odor forte e adocicado é exalado e o nectário apresenta aspecto viscoso e brilhante. Após 24 horas, ocorre alteração na coloração das flores, com o aparecimento de tons rosados nas extremidades distais das pétalas. As anteras mudam de cor, adquirindo tom preto e, nessa fase, ocorre a abertura das mesmas com a liberação dos grãos de pólen. O tempo de vida da flor é de 3 dias. No segundo dia as pétalas adquirem tons avermelhados com guias de néctar de coloração marrom, os filetes mudam de cor, adquirindo tom vináceo, marcando o fim do ciclo floral (Figura 3b).

Foto: Edsangela de Araújo Feitosa.

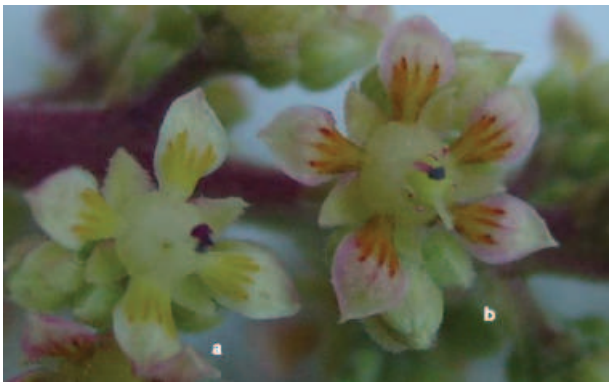


Figura 3. Flores da mangueira (*Mangifera indica*): (a) recém abertas. Notar coloração da antera, do filete e dos guias de néctar –; (b) 48 horas após a abertura – notar alteração de cor das pétalas, dos guias de néctar, dos filetes e das anteras.

Quanto à estratégia reprodutiva da mangueira, foi registrada baixa formação de frutos por autopolinização espontânea (0,2 frutos/panícula) e ausência de frutos partenocárpicos. As maiores taxas foram observadas em condições naturais (1,8 frutos/panícula), indicando que a exposição das panículas à visitação é fundamental para o sucesso reprodutivo.

Caracterização das espécies polinizadoras

Entre os visitantes florais relacionados com o processo polinização da mangueira destacam-se moscas, vespas, besouros, borboletas e abelhas. Na região de Petrolina, PE, as flores da mangueira das variedades Tommy Atkins (cultivo orgânico e convencional) e Haden foram visitadas por cerca de 20 espécies de insetos pertencentes às ordens Hymenoptera, Díptera, Lepidoptera e Odonata (Tabela 1). Em cultivo orgânico da variedade Tommy Atkins, a frequência de visitas e diversidade de espécies foi maior do que em cultivo convencional, o que pode estar relacionado com o manejo da cultura (indução floral e aplicação de agroquímicos).

Entre as ordens, os himenópteros se destacaram com os principais visitantes, sendo responsáveis por 56,2%; 84,2% e 72,8% do total de visitas, para a variedade Tommy Atkins (cultivo convencional e

orgânico) e 'Haden', respectivamente (Tabela 1). Entre eles, *Apis mellifera* foi a mais frequente tanto em cultivo orgânico (68,3%) como em convencional (45,6%). Para a variedade Haden, essa abelha foi responsável por 29,7%, sendo superada somente por *Brachygastra* sp (37,2%).

Tabela 1. Visitantes florais de *Mangifera indica* L., das variedades Tommy Atkins e Haden (em cultivo convencional e orgânico), com seus respectivos números e percentuais de visitas., observados na região de Petrolina, PE.

Visitante floral	Tommy Atkins				Haden	
	Convencional		Orgânico		Convencional	
	No. de visitas	%	No. de visitas	%	No. de visitas	%
Hymenoptera						
Apis mellifera	389	45,6	1097	68,3	119	29,7
Trigona spinipes	39	4,6	2	0,1	--	--
Vespidae sp. 1	2	0,2	74	4,6	22	5,5
Vespidae sp. 2	7	0,8	13	0,8	--	--
Brachygastra sp.	42	4,9	54	3,4	149	37,2
Outros Hymenoptera	1	0,1	113	7,0	02	0,5
Subtotal	480	56,2	1353	84,2	292	72,8
Diptera						
Belvosia bicincta	151	17,7	2	0,1	--	--
Palpada vinetorum	77	9,0	51	3,2	33	8,2
Ornidia obesa	38	4,5	16	1,0	16	4,0
Musca domestica	26	3,1	165	10,3	22	5,5
Tachinidae sp. 1	20	2,3	2	0,1	25	6,2
Outros Diptera	37	4,3	3	0,2	12	3,0
Subtotal	349	40,9	239	14,9	108	26,9
Lepidoptera	25	2,9	13	0,8	01	0,2
Odonota	--	--	1	0,1	--	--
TOTAL	854	100,00	1606	100,00	401	100,00

Já a ordem Diptera foi mais frequente na variedade Tommy Atkins em cultivo convencional (40,9%), sendo nas demais situações responsáveis por valores inferiores a 27%. Entre as moscas, *Belvosia bicincta*, *Palpada vinetorum* e *Musca domestica* se destacam, sendo responsáveis por valores acima de 8% (Tabela 1). Quanto ao recurso floral forrageado, o néctar foi a recompensa coletada por todos os visitantes, enquanto o pólen foi coletado somente por *Apis mellifera*. Entre os polinizadores que forrageiam néctar encontram-se *A. mellifera* (Figura 3a), *Trigona spinipes* e *Brachygastra* sp (Figura 3b), entre os himenópteros; *P. vinetorum*, *B. bicincta* e *M. domestica*, entre os dípteros. Os demais visitantes florais foram considerados pilhadores de néctar, pois não tocavam as estruturas reprodutivas durante suas visitas às flores.

Foto: Edsangela de A. Feitosa.

Foto: Lúcia Helena P. Kiill.

Figura 4. Visitantes florais da mangueira (*Mangifera indica*) das variedades Tommy Atkins e Haden, na região de Petrolina, PE. (a) *Apis mellifera*, (b) *Brachygastra* sp.

Comparando-se o comportamento de abelhas e moscas nas flores da mangueira, verificou-se que as primeiras caminham sobre a inflorescência visitando várias flores abertas, permanecendo, em média, 82 segundos/panícula. Em uma mesma panícula foram observados até dez indivíduos. Esse deslocamento ativo possibilita que essas abelhas entrem em contato com as flores masculinas e as hermafroditas, favorecendo assim a polinização entre flores da inflorescência, como também entre panículas distintas, garantindo o fluxo de pólen na população.

Já as moscas, após a visita a uma flor, geralmente abandonavam a panícula, visitando outras flores próximas ou então abandonavam o local, permanecendo assim, menos tempo na inflorescência (< 65 segundos), o que consequentemente diminui a possibilidade de contato com as flores hermafroditas. Assim, comparado-se ao comportamento das abelhas, os dípteros podem ser considerados menos eficientes no processo de polinização da mangueira.

Quanto ao horário, as visitas ocorreram ao longo do dia. O menor número de visitas foi registrado no final do período vespertino, independente da variedade ou do tipo de cultivo (Figura 5). Em cultivo convencional, o pico de visitação ocorreu no período da manhã, na variedade Tommy Atkins e Haden (Figura 5). Já em cultivo orgânico, a distribuição da visitação foi mais uniforme, apresentando dois picos, no início da manhã e outro no início da tarde (Figura 4). Essa diferença em relação ao cultivo convencional pode ser atribuída à ausência de aplicação de agroquímicos na área orgânica.

Quanto à frequência de visita por horário, *Apis mellifera* esteve presente ao longo das observações, com pico de visitação registrado no período matutino (8h30min-9h30min). Os dípteros apresentaram frequências diversificadas e picos diferenciados de acordo com a espécie. *Palpada vinetorum* e *Belvosia bicincta* também foram registradas ao longo das observações, porém, suas visitas se concentraram no final da manhã, nos horários de menor visitação de *A. mellifera*. Quanto à *Ornidia obesa*, suas visitas concentraram-se no período da tarde, sendo o único visitante observado no final do período vespertino. *Musca domestica* concentrou suas visitas ao longo da manhã, com pico entre 11h30min e 12h30min.

Visando verificar a influência dos agroquímicos na diversidade e comportamento de visitantes em cultivo convencional da variedade Tommy Atkins, foram feitas observações antes e após a aplicação desses produtos e os resultados obtidos revelaram que há uma redução em torno de 50% e 20%, respectivamente, na diversidade de espécies de abelhas e moscas, após a pulverização (Figura 6). Fato semelhante é registrado quanto à frequência de visitas, com redução de 14% para o período da manhã e de 75% para o período da tarde (Figura 7), sendo a última atribuída ao manejo da cultura, uma vez que as pulverizações são feitas, geralmente, após as 15 h. Assim, a aplicação de agroquímicos interfere não só na diversidade de visitantes, como também na frequência de visitação.

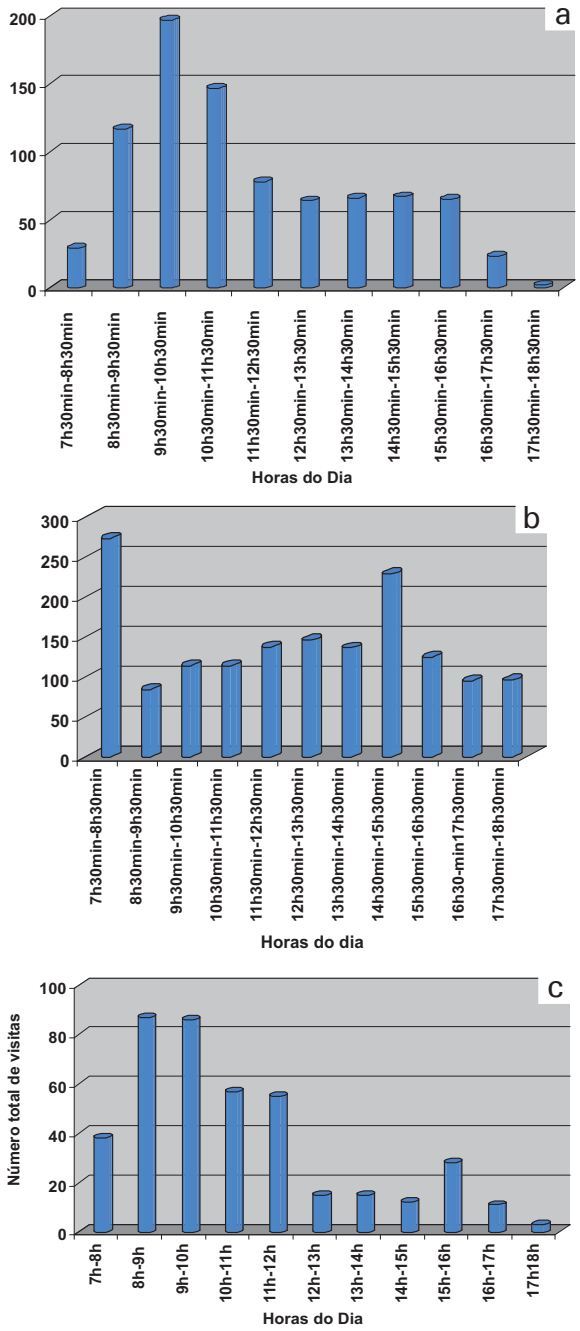


Figura 5. Número total de visitas por intervalo de tempo em panículas de mangueira (*Mangifera indica*) das variedades Tommy Atkins em cultivo convencional (a) e orgânico (b) e Haden (c).

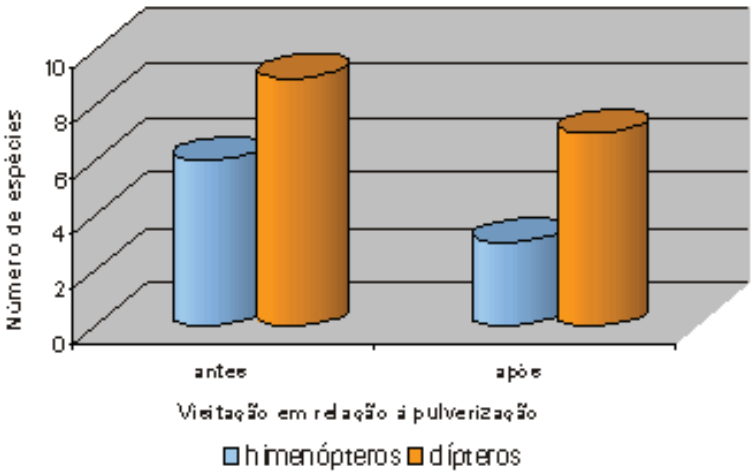


Figura 6. Comparação da diversidade de himenópteros e dípteros, antes e após a pulverização, em cultivo convencional de mangueira (*Mangifera indica*) da variedade Tommy Atkins.

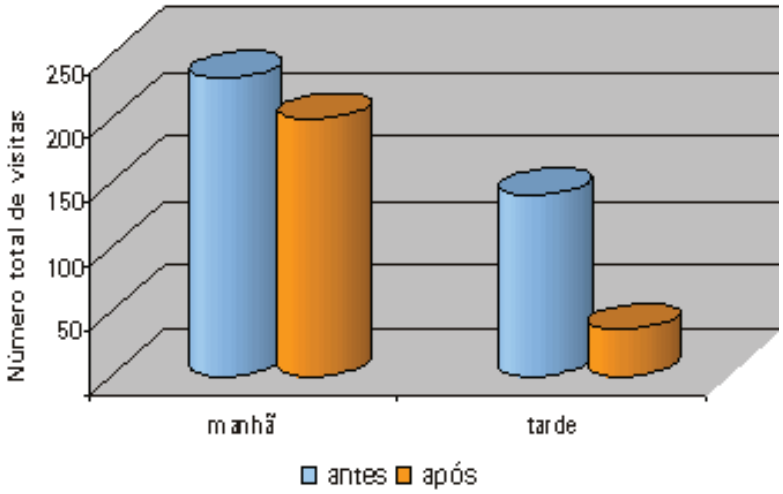


Figura 7. Comparação do número total de visitas registrado para o período da manhã e da tarde, antes e após a pulverização em cultivo convencional de mangueira (*Mangifera indica*) da variedade Tommy Atkins.

A comparação da visitação da mangueira no período seco e chuvoso indica que há sazonalizade na frequência dos principais visitantes. *Apis mellifera* esteve presente nos dois períodos, sendo suas visitas mais frequentes na estação chuvosa. Já os dípteros estiveram presentes em um dos dois períodos, sendo as visitas de *Palpada vinetorum* registradas apenas na estação chuvosa e, o inverso registrado para *Belvosia bicincta*.

De acordo com as observações feitas, verificou-se que a manutenção de polinizadores em agroecossistemas deve considerar não só a oferta de alimento oferecida pela cultura, mas também os recursos disponibilizados pelas plantas invasoras de cultivo (ruderais e nativas em regeneração) e pela vegetação do entorno. Na região de Petrolina, PE, foi observado que, além das flores da mangueira, *Apis mellifera*, *Palpada vinetorum* e *Belvosia bicincta* visitam também as flores de invasoras de cultivos, como por exemplo malícia (*Mimosa pudica* -Leguminosae), malva-rasteira (*Herisanthia crispa* -Malvaceae), malva-prateada (*Waltheria* spp. - Sterculiaceae) e trapoeraba (*Commelina* spp - Commelinaceae), que por estarem presentes ao longo do ano, em virtude do manejo de irrigação praticado na região, podem ser consideradas como uma fonte constante de alimento para esses insetos.

Considerações Finais

Diante dos estudos de ecologia da polinização feitos para o cultivo da mangueira na região de Petrolina, PE, os dípteros e himenópteros foram considerados como os principais agentes polinizadores dessa fruteira. Com base nessas informações, algumas propostas de manejo dos serviços de polinização foram apresentadas tendo em vista a facilidade de adoção e implementação pelos produtores, bem como as necessidades dos sistemas de produção da região.

O manejo das populações de dípteros para atender aos serviços de polinização da mangueira foi considerado como uma alternativa pouco viável, em curto prazo, diante de alguns entraves encontrados. Primeiramente, poucas informações são encontradas na literatura sobre a biologia desses insetos, fontes alimentares, ciclo de vida e substratos de nidificação para as regiões tropicais, mais especificamente o Semiárido brasileiro.

A ausência de informações sobre o comportamento dos insetos em resposta a fatores climáticos, como as altas temperaturas e a baixa umidade encontradas no local de estudo, é outro ponto que precisa ser avaliado, uma vez que há referências da influência de temperaturas no comportamento desses insetos. Esse pode ter sido um dos motivos da ausência de visitas de algumas espécies de dípteros encontradas na estação seca nas observações feitas.

A oferta de fonte alimentar suplementar poderia ser outra estratégia para atrair os dípteros para as áreas de cultivo. Nesse sentido, uma alternativa seria a associação de espécies nativas e/ou frutíferas nas proximidades do cultivo. Porém, a carência de informações sobre plantas nativas polinizadas por moscas dificulta a implementação dessa estratégia.

Outro ponto que deve ser levado em consideração refere-se ao substrato recomendado para reprodução desses insetos. A colocação de matéria orgânica, como esterco de galinha, para a proliferação de moscas em cultivo de mangueira não é recomendada, pois, além do risco da contaminação dos frutos com microorganismos patogênicos, existe o favorecimento da proliferação de insetos danosos (mosca-das-frutas), o que vai de encontro com as normas estabelecidas pela Produção Integrada de Frutas (PIF).

Além disso, o impacto que o aumento das populações de moscas pode causar em determinado local é outro aspecto que deve ser avaliado, uma vez que as mesmas são vetores de parasitas e microorganismos patogênicos; associado à falta de conhecimento de inimigos naturais, o aumento da população dessas moscas poderia se tornar em um problema sem controle.

Além desses riscos, a produção desses insetos deve ser desenvolvida prevendo um baixo custo de implantação para sua aceitabilidade, uma vez que para incrementar a presença dos polinizadores, o produtor aumentará seus gastos com o cultivo sem ter a certeza de que estes serão revertidos em produção e, estratégias que tenham um custo elevado dificilmente seriam adotadas, principalmente pelos pequenos produtores.

No que se refere aos himenópteros, a proposta seria otimizar a presença dos polinizadores nas áreas de cultivo, visando aumentar as possibilidades de contato desses insetos com as flores hermafroditas, de deposição de pólen sobre o estigma e, consequentemente, a formação de frutos mais saudáveis. Entre esses polinizadores, *Apis mellifera* se destacou pela sua abundância, frequência e fidelidade, que seriam bons parâmetros para considerá-la como polinizador eficiente.

Para o Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA, essa alternativa pode ser adotada de forma prática e de imediato, dada à facilidade e mobilidade da colocação das caixas nos pomares na época da florada da mangueira, estando também em conformidade com as normas da PIF. Essa prática já vem sendo adotada por alguns produtores com incrementos de até 10% na produção. Porém, a introdução de colmeias nos perímetros de irrigação deve ser feita com cautela, uma vez que, se por um lado pode incrementar os serviços de polinização de diversas fruteiras (goiaba, coco, limão), por outro pode acarretar alguns impactos negativos como o deslocamento de polinizadores efetivos (comportamento agonístico) e a pilhagem de pólen em larga escala, comprometendo os sistemas reprodutivos, a exemplo do registrado em cultivo de maracujá-amarelo.

No que se refere ao manejo da cultura, algumas práticas são sugeridas para otimizar os serviços de polinização. Uma delas se refere à condução e poda das plantas no sentido de facilitar a exposição das inflorescências, uma vez as abelhas e moscas preferem visitar as inflorescências expostas ao sol e posicionadas em locais de fácil acesso (ápice das copas).

Outro ponto que deve ser enfatizado refere-se ao uso e aplicação de agroquímicos, buscando alertar os produtores para evitar que esses produtos sejam utilizados no período da manhã quando ocorre o pico de visitação dos polinizadores, devendo essa aplicação ser feita, preferencialmente, ao final da tarde.

A manutenção da plantas invasoras de cultivos e da vegetação do entorno é outra estratégia que deve ser priorizada, uma vez que as árvores nativas servem de local de abrigo e reprodução para as abelhas melíferas e nativas, além da oferta complementar de néctar e pólen. Nesse caso, algumas alternativas poderiam ser propostas, entre elas a preservação da vegetação do entorno, dada a presença de flores de inúmeras plantas como fontes importantes de pólen e néctar para as abelhas. Dessa forma, as áreas de manutenção (sequeiro) e preservação (reserva legal) da Caatinga devem ser valorizadas pelos produtores e medidas devem ser tomadas no sentido de aumentar essas áreas no entorno dos perímetros irrigados e nos lotes.

Outro ponto que deve ser trabalhado é a conscientização dos produtores de que os serviços de polinização prestados pelos insetos são de uso coletivo e, se não houver um trabalho conjunto nos perímetros irrigados, adotando técnicas e manejo mais sustentáveis, esses serviços podem ser prejudicados.

Assim, para o cenário encontrado na região de Petrolina, PE, é necessário levar em conta a ecologia da paisagem dos agroecossistemas, conciliando as necessidades dos serviços de polinização da cultura como os impactos que os mesmos poderiam causar nos ambientes do entorno. Por fim, vale ressaltar que a otimização dos serviços de polinização na mangueira pode vir a contribuir na produtividade e qualidade dos frutos, porém, esse não é o único fator responsável pela quantidade de frutos/panícula.

Agradecimentos

Ao Probio/MMA pelo apoio financeiro, à Fazenda Frutex pela disponibilidade da área para a realização dos experimentos e pelas informações relativas ao manejo, aos tratos culturais e à produtividade, e a Laércio Alves Pulça Junior (apicultor) pelas informações e pelos esclarecimentos.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2006.

DONALDSON, J. S. Pollination in agricultural landscapes a south African perspective. In: WORKSHOP ON THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH AN EMPHASIS ON BEES, São Paulo, 1998. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature: proceedings. 2. ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests, 2006. p. 103-112.

FAEGRI, K.; PIJL, L. van der. **The principles of pollination ecology**. 3. ed. Oxford, Pergamon Press, 1979. 244 p. il.

IBGE **Produção Agrícola Municipal.** 2005. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 14 jul. 2007.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D. O Cluster da fruticultura no Pólo Petrolina/Juazeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra,** Campina Grande, v. 4, n. 1, 2004.

RICHARDS, K. W.; KEVAN, P. G. Aspects of bee diversity, crop pollination and conservation in Canada. In: WORKSHOP ON THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH AN EMPHASIS ON BEES, São Paulo, 1998. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature: proceedings. 2. ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests, 2006. p. 83-102.

WOLFF, L. F. B. Efeitos dos agrotóxicos sobre a apicultura e a polinização da soja, citros e macieira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., 2000, Florianópolis. **Anais**.... Curitiba: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000. 1 CD-ROM.

WILLIAMS, I. H. Insect pollination and crop production: a European perspective. In: WORKSHOP ON THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH AN EMPHASIS ON BEES, São Paulo, 1998. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature: proceedings. 2. ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests, 2006. p. 65-72

Polinização da Goiabeira (*Psidium guajava* L)

Kátia Maria Medeiros de Siqueira[1]

Resumo

A biologia floral, o sistema reprodutivo, o comportamento de forrageio dos visitantes florais e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura, foram estudados em *Psidium guajava* L. Os experimentos foram realizados, com a variedade Paluma, em Petrolina, PE, durante os anos de 2005 e 2006. Foi registrada uma média de 403 ± 12 estames e 629 ± 19.8 óvulos por flor. A antese ocorreu entre 5h e 5h30min, com emissão de odor adocicado, estando os grãos de pólen disponíveis. A flor durou em média 32 horas. Mais de 95% dos grãos de pólen permaneceram viáveis, por mais de 10 horas e a receptividade estigmática se estendeu pelo mesmo período. Foi verificado que pode ocorrer autopolinização espontânea (62,1%). Porém, obteve-se um maior percentual (74,5%) de frutificação com a polinização natural. A queda de frutos imaturos ocorreu até os 120 dias, com as maiores taxas (24% a 45%) registradas aos 60 dias, após a polinização. Não houve polinização pelo vento nem diferença significativa entre peso, diâmetro e comprimento dos frutos, espessura da polpa e concentração de açúcares, em relação aos tipos de polinização realizados. Registrou-se uma correlação positiva entre o peso dos frutos e número de sementes. Os visitantes florais identificados foram *Apis mellifera*, *Melipona mandacaia*, *Trigona spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *Frieseomelitta doederleini*, *Centris aenea*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis*, *X. cearensis* e *Ptiloglossa* sp. O pico de visitação dessas abelhas ocorreu entre 5h30min e 6h30min. As abelhas *C. aenea* e as do gênero *Xylocopa*, por causa do seu comportamento, número de grãos de pólen depositados no estigma, carga polínica e constância floral, foram consideradas como polinizadores efetivas da cultura. Entretanto, por causa da disponibilidade de colônias populosas e da abundância de *A. mellifera* nas flores, elas podem ser consideradas potenciais polinizadores da cultura da goiabeira na região.

Palavras-chave: entomofilia, *Apis mellifera*, *Centris*, *Xylocopa*, Paluma.

---

[1]Médica-veterinária, D.Sc. em Zoologia, professora da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro, BA, katiauneb@yahoo.com.br

Polination of Guava (*Psidium guajava* L)

Abstract

The floral biology, reproductive system, foraging behavior of floral visitors, and the contribution of pollination for the crop's success were studied in *Psidium guajava* L. The experiments were carried out with the variety Paluma, in Petrolina, PE, during 2005 and 2006. An average of 403 ± 12 stamens (n = 10) and 629 ± 19.8 ovules (n = 10) per flower were found. The anthesis occurred between 5h and 5h30 a.m., with emission of sweet odor by the flowers, being the pollen grains available. The flower lasted in average 32 hours. More than 95% of the pollen grains remained viable for more than 10 hours and the receptivity of the stigma was kept by the same period. It was registered the spontaneous self-pollination (62,1%). However, in natural conditions we obtained a larger percentage of fruit production (74,5%). The immature fruits' fall occurred up to 120 days, being the largest taxes (24% to 45%) registered at 60 days after pollination. Wind pollination was not observed. There were not found significant differences in weight, diameter and length of fruits, thickness of the flesh, and concentration of sugars, in relation to the kinds of pollination performed. There was a positive correlation between weight of fruits and number of seeds. The flower visitors identified were *Apis mellifera*, *Melipona mandacaia*, *Trigona spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *Frieseomelitta doederleini*, *Centris aenea*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis*, *X. cearensis*, and *Ptiloglossa* sp. The visitation pick occurred between 5h30 and 6h30 a.m. The bees *C. aenea*, and the ones of the genus *Xylocopa*, due to their behavior, number of pollen grains deposited on the stigma, pollen load and flower constancy, were considered as effective pollinators. Due to the availability of populous colonies and abundance of *A. mellifera* on the flowers, these bees can be considered potential pollinators of guava in this region.

Keywords: entomophily, *Xylocopa*, *Centris*, *Apis mellifera*, Paluma.

Introdução

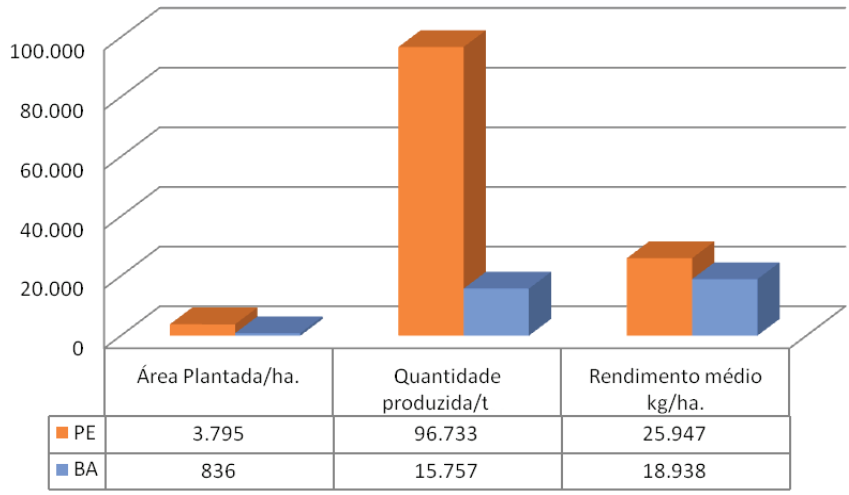
A goiabeira (*Psidium guajava* L) pertence à família Myrtaceae, que compreende cerca de 133 gêneros e, aproximadamente, 3.800 espécies distribuídas nas diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente na América e na Austrália (WILSON et al., 2001). Seus

frutos são bagas que têm tamanho, forma e coloração da polpa variável em função da cultivar; são ricos em vitamina C, A e B, podendo ser consumidos in natura ou industrializados na forma de doces, geleias ou sucos.

No Nordeste do Brasil os maiores produtores são os estados da Bahia e o de Pernambuco (Figuras 1 e 2). Nos municípios de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, a área atualmente plantada supera os 2.500 ha, com produção de mais de 68.000 (IBGE, 2008).

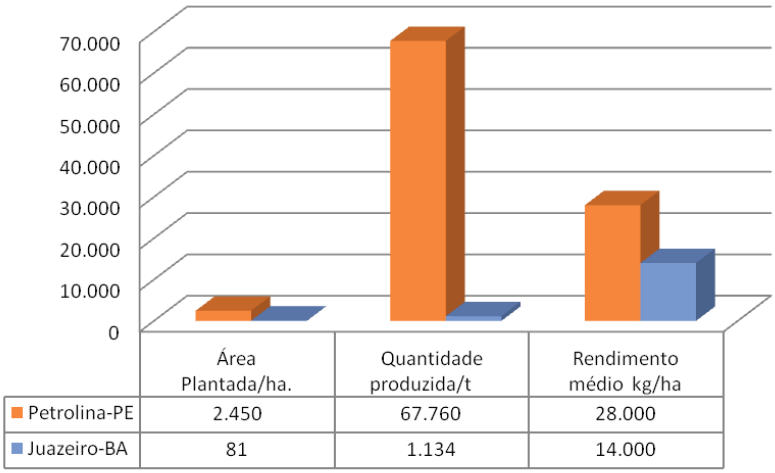
Apesar de a cultura da goiabeira apresentar uma grande importância socioeconômica, trabalhos relativos à sua polinização e eficiência dos visitantes florais, ainda não foram realizados na região.

Este trabalho procurou estudar a biologia floral, os mecanismos de polinização, sistema de reprodução, os padrões de visitação dos visitantes florais e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura da goiabeira no Submédio do Vale do São Francisco.



	Área Plantada/ha.	Quantidade produzida/t	Rendimento médio kg/ha.
PE	3.795	96.733	25.947
BA	836	15.757	18.938

Figura 1. Dados relativos à cultura da goiabeira (*Psidium guajava*) nos estados de Pernambuco e Bahia. Fonte: IBGE (2008).



	Área Plantada/ha.	Quantidade produzida/t	Rendimento médio kg/ha
Petrolina-PE	2.450	67.760	28.000
Juazeiro-BA	81	1.134	14.000

Figura 2. Dados relativos à cultura da goiabeira (*Psidium guajava*) nos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA. Fonte: IBGE (2008).

Material e Métodos

A área utilizada para os experimentos com a cultura da goiaba ficava localizada na Unidade Agrícola do Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina (09º09'S, 40º22'W) com 376 m de altitude, a 30 Km de Petrolina, PE, no Núcleo 4 do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho. A área plantada constava de 3,5 ha com espaçamento 5 m x 6 m triangular, variedade Paluma, com 17 anos. A precipitação pluviométrica média anual é de 543 mm, com chuvas concentradas de novembro a abril. O método de irrigação praticado era aspersão (pivô central). As mudas para o plantio foram feitas por meio de estaquia.

Para o estudo da morfologia floral, flores foram medidas quanto ao diâmetro da corola, altura das anteras e estigma, diâmetro e comprimento do ovário (n = 10), por meio de um paquímetro digital, diretamente no campo. O horário de antese e durabilidade das flores foi registrado a partir de botões (n = 20) em pré-antese, marcados com fita colorida e acompanhados até a senescência.

A viabilidade polínica foi realizada em cinco botões florais em pré-antese, em diferentes horários, após a abertura da flor (8h, 10h, 14h e 16h). Os botões e flores foram armazenados em álcool a 70%. Posteriormente, as anteras foram retiradas, esmagadas em lâmina de vidro e coradas com carmim acético a 1,2% (RADFORD et al., 1974). Foram preparadas cinco

lâminas para cada horário. Em cada lâmina foram medidos 10 grãos de pólen viáveis. Para testar a receptividade estigmática (ZEISLER, 1938), 20 botões em pré-antese foram ensacados e, após a antese, foram testados nos horários de: 8h, 10h, 14h e 16h.

A contagem do número de óvulos e anteras por flor foi realizada por meio da coleta de 10 botões em pré-antese, armazenados em álcool a 70%. Os ovários foram abertos com estilete, em placa de Petri, acrescido de água destilada e os óvulos foram contados sob estereomicroscópio. Foi adotado procedimento semelhante para a contagem das anteras.

O sistema reprodutivo foi avaliado através de polinizações no campo. Para os experimentos de apomixia, botões em pré-antese (n = 60) foram identificados, utilizando-se fita colorida, em seguida, abertos com a ajuda de uma pinça e os estames foram retirados. Esses botões foram ensacados com saco de papel e permaneceram assim por cerca de 8 dias. Após esse período, foi realizada a avaliação.

Na autopolinização espontânea, botões em pré-antese (n = 66) foram identificados e, em seguida, ensacados, permanecendo assim pelo mesmo período. A autopolinização manual foi realizada em 40 botões. Para a polinização cruzada manual, botões em pré-antese (n = 90) foram abertos e os estames retirados com auxílio de uma pinça. Em seguida foram ensacados e, no dia seguinte, anteras de flores de outra planta foram colocadas em contato direto com o estigma da flor receptora. Depois foi recolocado em saco, onde permaneceu por 8 dias consecutivos. Na polinização natural, os botões em pré-antese (n = 102) foram marcados e deixados livres para visitação. Para testar a polinização pelo vento, botões em pré-antese (n = 60) foram abertos e as anteras retiradas. Em seguida, foram ensacados com sacos de filó, permanecendo assim por cerca de 8 dias. A quantificação dos frutos e as taxas de aborto foram realizadas aos 60 e 120 dias, após a polinização.

Os frutos resultantes dos experimentos de polinização foram analisados com relação ao peso, comprimento e diâmetro, espessura da polpa, concentração de açúcares (°Brix) e número de sementes.

Em fevereiro e março de 2005, foram realizadas observações dos visitantes durante 3 dias não consecutivos, no horário das 5h30min às 17h, em dez flores a cada dia. Foram registrados os visitantes, o tempo de visitação e o recurso coletado. Quanto à frequência, os visitantes foram classificados em: abundantes (A), quando esses

apresentavam frequências de visitas ≥ 30%; frequentes (F), quando apresentavam frequências de visitas ≥ 10% < 30%, e raros (R), quando apresentavam frequências <10%.

A coleta de abelhas para identificação foi realizada com rede entomológica e, em seguida, os espécimes foram colocados em frascos mortíferos, contendo éter etílico. Os espécimes foram montados e, posteriormente, levados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba para identificação.

Para avaliar a eficiência dos visitantes florais, foram observados e registrados durante as visitas os contatos que realizaram com o estigma das flores. Em adição, botões em pré-antese foram ensacados e, durante a antese, abertos para a visitação de um único visitante. Após a visita, o estigma foi retirado e colocado individualmente em ependoff com álcool a 70%. Em laboratório, sob estereomicroscópio, procedeu-se a contagem dos grãos de pólen depositados no estigma (n= 10 por espécie de abelha).

A carga polínica dos visitantes mais frequentes foi avaliada nos meses de junho e julho de 2006; para isso, os visitantes foram capturados com rede entomológica, colocados em frasco mortífero e, em seguida, acondicionados em frascos com álcool a 70%. No laboratório, os exemplares foram lavados para retirada dos grãos de pólen. Recipientes de vidro foram pesados em balança de precisão digital, em seguida, colocou-se o álcool contendo o pólen liberado. O material foi deixado em repouso em ambiente aberto para evaporação do álcool. Após a evaporação, procedeu-se a pesagem dos grãos de pólen aderidos ao recipiente.

Para avaliar a constância floral a partir da carga polínica, foram retiradas amostras de pólen para a confecção de lâminas (SLAA; BIESMEIJER, 2005). As lâminas foram preparadas com gelatina glicerinada com fucsina. Foram contados, em média, 300 grãos de pólen por lâmina.

Os dados referentes ao peso, número de sementes e concentração de açúcares (ºBrix) para os diferentes tipos de polinização foram submetidos à análise de variância. Para a comparação das médias nos diferentes tipos de polinização, utilizou-se a diferença mínima significativa (Tukey ao nível de 5% de significância). A correlação entre o peso do fruto e o número de sementes, foi calculada através do teste de correlação de Pearson, utilizando-se o programa Statistica 6.0.

Resultados

As flores de *Psidium guajava* são hermafroditas, de coloração branca, apresentando em média 403,2 ± 12 estames por flor (n = 10) e um estigma central localizado acima das anteras. O ovário é ínfero, apresentando, em média, 629 ± 19,8 (n = 10) óvulos. Os botões em pré-antese apresentam-se com uma abertura superior entre as sépalas. As medidas relativas à morfologia floral encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Medidas morfométricas de partes das flores de goiabeira (*Psidium guajava*), variedade Paluma, em cultivo irrigado em Petrolina, PE.

Características morfológicas das flores da goiabeira (n = 10)			
	Mínimo	Máximo	Média ± DP
Diâmetro da corola	34,31	40,69	38,14 ± 2,30
Diâmetro do gineceu	22,05	32,24	28,93 ± 3,18
Altura das anteras	8,08	10,79	9,78 ± 0,88
Altura do estigma	11,24	14,26	12,24 ± 1,08
Diâmetro do ovário	4,38	5,98	5,15 ± 0,47
Comprimento do ovário	8,16	10,3	9,04 ± 0,66

A abertura das flores da goiabeira ocorreu entre 5h e 5h30min, com emissão de odor intenso, adocicado, que diminuiu ao longo da manhã. A antese ocorreu de forma rápida, sincronizada, com os filamentos estaminais e o estilete se expandindo juntamente com o desabrochar das pétalas. Nessa fase, os grãos de pólen já estavam disponíveis. A senescência teve início cerca de 24 horas após a abertura da flor, caracterizada pela perda de pétalas e modificação na coloração dos filetes que foram escurecidos e caiam facilmente. Depois de aproximadamente 48 horas, as pétalas já tinham caído totalmente, permanecendo apenas o estilete ereto e o estigma com coloração escura.

A percentagem de viabilidade dos grãos de pólen encontrada foi de 95,6% (n = 20). Não foram observadas diferenças entre a viabilidade polínica nos diferentes horários. Os grãos de pólen apresentaram tamanho médio de 19,1 ± 3,7 μm (n = 200). O estigma encontrava-se receptivo logo após a antese, permanecendo assim até o último horário de avaliação (16h).

Os resultados relacionados aos experimentos de polinização mostraram que a goiabeira, variedade Paluma, é autocompatível (Tabela 2.). As flores submetidas à apomixia não produziram frutos, indicando que não ocorre partenocarpia. Não ocorreu a polinização pelo vento.

Tabela 2. Resultado dos experimentos de polinização sobre o sistema reprodutivo de goiabeira (*Psidium guajava*) variedade Paluma, com as taxas de aborto aos 60 e 120 dias e percentuais de frutificação.

Experimentos de polinização	Flores	Aos 60 dias		Aos 120 dias		Taxa de aborto total %	% de frutificação
		No. de frutos	Taxa de aborto %	No. de frutos	Taxa de aborto %		
Polinização natural	102	77	24,5	76	1	25,5	74,5
Apomixia	60	0	0	0	0	0	0
Autopolinização espontânea	66	45	31,9	41	6	37,9	62,1
Autopolinização manual	40	24	40	17	17,5	57,5	42,5
Polinização cruzada	90	49	45,6	46	3,3	48,9	51,1
Polinização pelo vento	60	0	0	0	0	0	0

Na polinização natural, o percentual de frutificação foi maior do que nos outros tratamentos. A autopolinização espontânea registrou um sucesso de frutificação (62%) maior do que a autopolinização manual (42%). Os maiores percentuais de aborto de frutos ocorreram até os 60 dias, variando de acordo com o tipo de polinização de 24% a 45%. Quando o número de frutos foi avaliado aos 120 dias, esse percentual ficou entre 1% e 17%. Nesse período, foi registrado o menor percentual de aborto (1%), nos frutos oriundos da polinização natural.

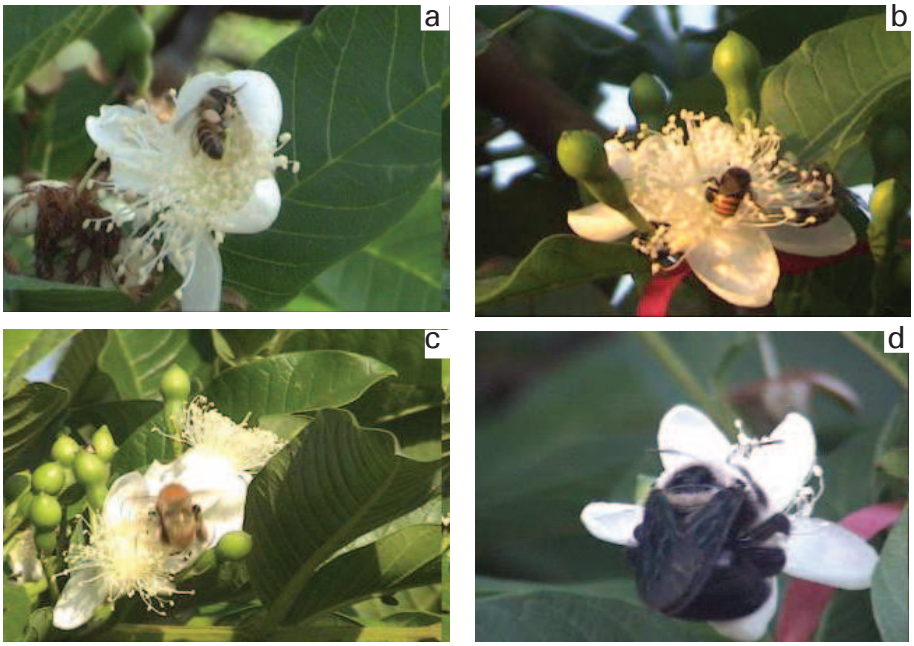
Os resultados referentes às variáveis analisadas para os frutos encontram-se na Tabela 3. A análise de variância mostrou que apenas o número de sementes apresentou diferença entre os tratamentos [$F = 3,5$; $GI = 2; 51$; $p < 0,05$], destacando-se a polinização natural que apresentou o maior valor. Foi registrada correlação positiva entre o número de sementes e o peso dos frutos, independente do tipo de polinização ($r = 0.53$, $p = 0,05$, $n = 54$).

Tabela 3. Parâmetros de avaliação dos frutos da goiabeira (*Psidium guajava*) variedade Paluma, de acordo com os tipos de polinização, em cultivo irrigado, no Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, em 2006.

Característica dos frutos	Tratamentos					
	Autopolinização espontânea (n = 16)	C.V. (%)	Polinização natural (n = 21)	C.V (%)	Polinização cruzada (n = 17)	C.V. (%)
Peso (g)	113,5 ± 20 a	17,6	136,9 ± 41 a	29,9	117,5 ± 31,5 a	26,8
Comprimento (mm)	63,5 ± 4,7 a	7,4	67,0 ± 9,1 a	13,5	62,2 ± 7 a	11,2
Diâmetro (mm)	58,7 ± 4,6 a	7,8	63,0 ± 5,1 a	8,0	60,5 ± 5,5 a	9,0
Espessura da polpa (mm)	10,1 ± 1,4 a	13,7	10,6 ± 2 a	18,8	9,8 ± 1,7 a	17,3
Concentração de açúcares (ºbrix)	7,2 ± 1,1 a	15,2	7,8 ± 0,8 a	10,2	7,7 ± 1,2 a	15,5
N. de sementes	457,1 ± 81,4 a b	17,8	481,5 ±108 a	22,4	396 ± 103.2 b	26,0

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V (%) Coeficiente de variação

Os visitantes florais coletados e identificados nas flores da goiabeira foram *Apis mellifera*, *Centris aenea*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis*, *X. cearensis*, *Melipona mandacaia*, *Trigona spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *Frieseomelitta doederleini*, e *Ptiloglossa* sp. (Figura 3).



Fotos: Kátia Maria Medeiros de Siqueira.

Figura 3. Visitantes das flores da goiabeira (*P. guajava*), variedade Paluma. a) *Apis mellifera*, b) *Melipona mandacaia*, c) *Centris aenea* e d) *Xylocopa grisescens*.

As visitas tiveram início nas primeiras horas da manhã (5h30min). As abelhas de pequeno porte pousavam diretamente sobre as anteras e iniciavam a coleta de pólen, utilizando o aparelho bucal e as pernas anteriores. Após alguns segundos de coleta, levantavam voo nas proximidades da flor, limpavam o corpo com o aparelho bucal e com o auxílio das pernas anteriores e médias e armazenavam o pólen na corbícula ou escopa. Geralmente, retornavam para a mesma flor, realizando nova coleta. As abelhas de pequeno porte aqui consideradas, *E. analis*, *P. seridoensis*, *F. doederleini*, durante suas visitas, geralmente não entravam em contato com o estigma da flor.

As abelhas *A. mellifera*, *T. spinipes* e *M. mandacaia* apresentaram comportamento de coleta semelhante ao já descrito, deslocando-se entre flores e entre plantas facilitando a polinização cruzada. *A. mellifera* foi a primeira abelha a visitar as flores logo após a antese. Essas abelhas chegavam a penetrar nos botões, antecipando a abertura da flor. Durante

as observações, registrou-se a presença de até cinco abelhas na mesma flor, pertencentes a três espécies, *A. mellifera*, *M. mandacaia* e *T. spinipes*, *Xylocopa* spp. e *Centris aenea* apresentaram comportamento de pouso semelhantes. Essas abelhas pousavam no centro da flor, abraçando com as pernas anteriores um grande número de anteras ao mesmo tempo. Dessa forma, as anteras liberavam os grãos de pólen que ficavam aderidos à região ventral do tórax das abelhas. Ao visitar outra flor, o estigma que tem posição central em relação aos estames, entrava em contato com a parte ventral do tórax, caracterizando a polinização esternotríbica. Observou-se que *A. mellifera*, *C. aenea* e *Xylocopa* spp. foram as mais frequentes, sendo responsáveis por 52,7%, 22,7% e 14,6% do total de visitas (Tabela 4).

Tabela 4. Visitantes florais de goiabeira (*Psidium guajava*), variedade Paluma, com seus respectivos totais e percentagens de visitas, classe de frequência, recurso floral utilizado e resultado da visita, em área irrigada no Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, em fevereiro e março de 2005.

Visitante floral	Total de visitas	%	Classe de frequência	Recurso floral forrageado	Resultado da visita
A. mellifera	321	52,7	A	Pólen	pe
C. aenea	138	22,7	F	Pólen	pe
Xylocopa spp.	89	14,6	F	Pólen	pe
M. mandacaia	39	6,4	R	Pólen	po
P.seridoensis	17	2,8	R	Pólen	po
T. spinipes	5	0,8	R	Pólen	po
Total	609	100			

Classe de Frequência: A = Abundante (≥30%), F = Frequente (≥10 <30%) e R = Raro (< 10%). Resultado da visita: pe = polinizador efetivo, po = polinizador ocasional.

As visitas concentraram-se no período da manhã. O pico de visitação ocorreu no intervalo de 5h30min às 6h30min, sendo *A. mellifera* responsável pelo maior número de visitas. Ao longo do período de avaliação houve redução do número de indivíduos e, após o horário das 8h30min, não ocorreram mais registros de visitas (Figura 4).

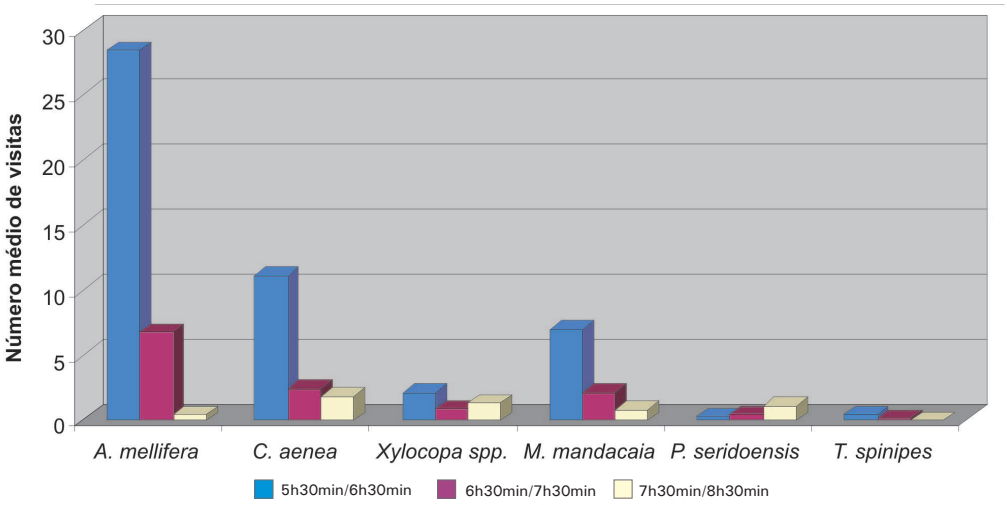


Figura 4. Número médio de visitas às flores da goiabeira (*P. guajava*) em relação ao horário de visitação, em cultivo irrigado no Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, em fevereiro e março de 2005.

Com relação ao tempo de permanência nas flores, as abelhas *A. mellifera*, *T. spinipes*, *P. seridoenis* e *M. mandacaia* ficaram mais tempo coletando pólen do que *Xylocopa* spp. e *C. aenea* (Tabela 5). As duas últimas são muito rápidas na coleta, não retornando para a mesma flor, levantando voo logo em seguida e pousando em outra flor da mesma planta, ou se deslocando para uma planta vizinha. Esse comportamento permite que grãos de pólen de diferentes flores e plantas fiquem aderidos nas abelhas em um curto espaço de tempo, facilitando, assim, a polinização cruzada no período de maior frequência de visitas.

Por causa do local de pouso e comportamento de coleta de pólen, em todas as observações realizadas as abelhas do gênero *Xylocopa* e *Centris* realizaram contato entre a região ventral torácica e o estigma. As outras abelhas observadas realizaram contato esporadicamente, mesmo quando permaneciam mais tempo nas flores (Tabela 5). O número de grãos de pólen aderidos ao estigma, após uma visita, revelou que *A. mellifera* depositou em média 383 ± 179,5 grãos (n = 10), enquanto *X. grisescens* depositou uma média de 586,7 ± 378,9 (n = 10) grãos de pólen.

Tabela 5. Abelhas visitantes florais da goiabeira, *Psidium guajava*, variedade Paluma, e suas características quanto à duração da visita, contato com o estigma e peso da carga polínica, em estudo realizado em cultivo irrigado no Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, nos meses de junho e julho de 2006.

Visitante floral	Duração da visita em segundos (n = 10)	Números de contatos com o estigma em uma única visita (n = 10)	Constância floral		Carga polínica	
			N	% de pólen da goiabeira	N	Média do peso em mg.
A. mellifera	40	1	4	96,70	10	0,7
C. aenea	2	10	6	81,80	6	38,5
X. grisescens	3	10	4	89,74	8	86,1
X. frontalis	3	10	3	96,40	2	104,2
X. cearensis	3	10	2	97,35	3	59,0
P. seridoensis	40	1	6	97,30	10	0,7
M. mandacaia	21	1	-	-	-	-
T. spinipes	36	2	-	-	-	-

Discussão

Os experimentos de polinização confirmaram que as flores de goiabeira (*P. guajava*) são autocompatíveis (BOTI, 2001). O fato de as flores serem visitadas por uma grande variedade de visitantes, deve tornar a polinização mais eficiente. Estudos mostram que a diversidade, e não apenas a abundância de visitantes florais, é importante para o sucesso da polinização e que esse serviço é um dos fatores relacionados à produção frequentemente negligenciado pelos produtores (KLEIN et al., 2003; WESTERKAMP; GOTTSBERGER, 2000).

Os visitantes florais são atraídos pelo forte odor adocicado exalado pelas flores, característica marcante nas Myrtaceae (PROENÇA; GIBBS, 1994; SILVA; PINHEIRO, 2007). Durante a antese, os grãos de pólen ficam disponíveis, não havendo nenhuma restrição à sua coleta, permanecendo assim ao longo do dia. Entretanto, os visitantes

apresentaram um período preferencial de coleta nas primeiras horas após a antese. Nessas condições, os resultados indicaram que a polinização natural elevou o percentual de frutificação em relação à polinização espontânea e à polinização cruzada manual. De um lado, isso é muito representativo, quando esse percentual é convertido em produção, uma vez que a variedade Paluma apresenta uma produção estimada de 84,3 kg/planta/ano (GONZAGA NETO et al., 2003). Por outro lado, experimento realizado com a mesma variedade, em Taquaritinga, SP, revelou um índice de frutificação, sob condições naturais aos 120 dias, de 18,7% (CORRÊA et al., 2002), muito abaixo do registrado neste trabalho.

Quanto aos percentuais de frutificação, um estudo realizado na Índia, com três variedades de goiabeira registrou, aos 20 dias, 35% a 65% com a polinização cruzada manual; 40% a 80% com a polinização espontânea e 54% a 90% com a natural. Nesse mesmo experimento, a avaliação da frutificação revelou uma variação na queda dos frutos aos 60 dias, de 6% a 54% (SINGH; SEHGAL, 1968). Os resultados registrados neste trabalho indicam que os maiores percentuais de aborto dos frutos ocorreram também antes dos 60 dias, variando de acordo com o tipo de polinização, de 24% a 45%. A menor taxa de aborto registrada entre 60 e 120 dias foi aquela encontrada para os oriundos da polinização natural (25,5%).

A análise estatística dos frutos produzidos nos diversos tratamentos de polinização revelou uma correlação positiva entre o peso e o número de sementes. Esse resultado demonstra a importância dos serviços de polinização e está diretamente relacionado à qualidade dos frutos e aumento da produção. Segundo Williams et al. (1991), a polinização quando bem conduzida, pode levar a um aumento no número de grãos por vagem ou frutos vingados, melhorar a qualidade dos frutos, encurtar o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformizar o amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita. Essa relação foi confirmada neste trabalho quando se comparou o número de sementes produzidas nos três tratamentos (Tabela 3). Os frutos resultantes da polinização natural apresentaram uma maior média de peso e número de sementes. A dispersão dos dados em relação à média (C.V.) foi alta. Esta variação pode estar relacionada à ação da diversidade dos visitantes florais registrados, os quais apresentam comportamentos diferenciados de pouso e coleta de pólen.

Quanto ao número de espécies de abelhas, foram registradas 11 espécies pertencentes a nove gêneros, visitando as flores da goiabeira.

A diversidade de abelhas registrada é também comum em outras espécies de Myrtaceae (PROENÇA; GIBBS, 1994; SILVA; PINHEIRO, 2007). Com exceção da espécie exótica *A. mellifera*, todas são abelhas nativas. Estudos realizados no Brasil indicam que *A. mellifera* é uma das espécies mais abundantes nas comunidades e a que visita o maior número de espécies de plantas com flores disponíveis (ZANELLA; MARTINS, 2003). A abundância dessa espécie na área em estudo pode estar relacionada à disponibilidade de colmeias introduzidas e próximas à cultura, como também à presença de colmeias naturais em área de Caatinga, no entorno do plantio. De modo semelhante, a frequência registrada para *M. mandacaia*, considerada ameaçada (MARTINS, 2006), foi um dado importante por se tratar de uma área de agricultura intensiva, com áreas de Caatinga degradadas no seu entorno.

Vários trabalhos têm revelado a importância da proximidade da cultura a ambientes naturais ou seminaturais, como uma garantia da diversidade de visitantes e dos serviços de polinização (GOULSON, 2003; KLEIN et al., 2007; KREMEN et al., 2007). Estudos realizados com a goiabeira revelaram que, em pomares localizados próximos a fragmentos florestais, a taxa de frutificação sob polinização aberta foi de 90% a 93%, enquanto nos pomares distantes foi de 78% a 80%, havendo diferença significativa entre os resultados (BOTI, 2001). A destruição ou fragmentação de habitats para a expansão da agricultura é considerada um dos fatores mais relacionados com a redução da diversidade de espécies de abelhas (DEWENTER; TSCHARNTKE, 1999). Isso é relevante para algumas espécies de plantas cultivadas, como por exemplo o café (*Coffea arabica*), cuja polinização é incrementada com a diversidade de visitantes (KLEIN et al., 2003).

Estudos recentes têm registrado a eficiência de abelhas sem ferrão como polinizadoras de nove culturas e contribuindo com a polinização de mais de 60 (HEARD, 1999). Porém, nesses estudos, essas abelhas não foram consideradas polinizadoras eficientes das flores da goiabeira. Resultados semelhantes foram registrados por Alves e Freitas (2006). As colônias naturais dessas abelhas geralmente encontram-se nas áreas de Caatinga, porém, como a região é de agricultura intensiva, com práticas de manejo que incluem a utilização de agrotóxicos, estes devem causar um grande impacto nas comunidades dessas abelhas. Por causa do seu pequeno porte, essas espécies provavelmente são mais sensíveis aos agrotóxicos do que *A. mellifera*, e por apresentarem uma taxa de reprodução mais baixa, têm suas colônias altamente ameaçadas (SLAA et al., 2006).

As abelhas do gênero *Centris* e *Xylocopa* apresentaram frequência expressiva. Diferente dos dados relatados por Alves e Freitas (2006), essas abelhas apresentaram nesse trabalho uma grande quantidade de pólen aderidos na escopa e em toda região ventral do corpo. A quantidade de grãos de pólen depositados no estigma pode ser utilizada como uma medida da eficiência dos visitantes florais. Neste sentido, os resultados mostram que *X. grisescens* depositou em uma única visita o equivalente a duas vezes a quantidade de grãos depositada por *A. mellifera*, ou seja, o equivalente ao número médio de óvulos disponibilizados pelas flores. Para *A. mellifera*, o número de grãos de pólen depositados foi inferior ao número de óvulos.

Quando comparamos a carga polínica registrada para os principais visitantes florais, observamos que as abelhas *Xylocopa* spp. e *C. aenea* transportam uma quantidade de grãos muito maior do que as registradas para *A. mellifera* e *P. seridoensis*. Além disso, a carga polínica foi constituída por mais de 80% de grãos de pólen das flores da goiabeira. Simultaneamente, o curto tempo de permanência nas flores permite que essas abelhas visitem um maior número de flores, na mesma planta e entre plantas diferentes, promovendo uma maior dispersão dos grãos de pólen.

Para considerar um agente polinizador efetivo, atributos que favoreçam as necessidades de polinização das flores em questão devem ser considerados, como: abundância, comportamento de coleta e transporte de pólen, número de contatos e deposição de grãos de pólen no estigma e constância floral durante o período de receptividade da flor. Todos esses atributos foram encontrados em *X. frontalis*, *X. grisescens*, *X. cearensis* e *C. aenea*, sendo assim, neste estudo, essas abelhas foram consideradas as mais eficientes para a polinização das flores da goiabeira.

Atualmente, a apicultura regional tem sofrido expansão e as abelhas *A. mellifera,* por apresentarem um fácil manejo com produção de mel tanto em áreas de sequeiro como em áreas irrigadas, está se tornando uma alternativa de renda para os produtores locais. Por causa da disponibilidade de colônias populosas e a abundância de *A. mellifera* nas flores, essas abelhas podem ser consideradas potenciais polinizadores da cultura da goiabeira na região do Submédio do Vale do São Francisco.

Referências

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava L.*). **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 216-220, 2006.

BOTI, J. B. **Polinização entomófila da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae)**: influência da distância de fragmentos. 2001. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CORRÊA, M. C. M.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; SILVA, M. A. C.; PEREIRA, L. Índice de pegamento de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 783-786, 2002.

D´AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 1, p. 79-90, 2005.

DEWENTER, I. S.; TSCHARNTKE, T. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed. **Oecologia**, Berlin, v. 121, p. 432-440, 1999.

GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J. E. F.; COSTA, R. S. Competição de genótipos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 480-482, 2003.

GOULSON, D. Conserving wild bees for crop pollination. **International Journal of Food, Agriulture and the Environment**, Wageningen, v. 1, n. 1, p. 142-144, 2003.

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

IBGE. **Produção agrícola municipal.** 2008. Disponível em:<www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 set. 2010.

KLEIN, A. M.; DEWENTER, I. S.; TSCHARNTKE, T. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society of London**. Serie B - Biological Sciences, London, v. 270, p. 955-961, 2003.

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 Royal Society of London**. Serie B - Biological Sciences, London, v. 274, p. 303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VÁSQUEZ, D.P.; WINFREE, R.; ADAMS, L., CRONE, E. E.; GREENLEAF, S. S.; KEITT, T. H.; KLEIN, A. M.; REGETZ, J. ; RICKETTS, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, Oxford, v. 10, p. 1-16, 2007.

MARTINS, C. F. Diversity of the bee fauna of the brazilian Caatinga. In: WORKSHOP ON THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF POLLINATORS IN AGRICULTURE, WITH AN EMPHASIS ON BEES, São Paulo, 1998. **Pollinating bees**: the conservation link between agriculture and nature: proceedings. 2. ed. Brasília, DF: Secretariat for Biodiversity and Forests, 2006. p. 131-134.

PROENÇA, C.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of eight sympatric Mirtaceae from Central Brazil. **New Phytologist,** Oxford, v. 126, p. 343-354, 1994.

RADFORD, A. E.; DICKISON, W. C.; MASSEY, J. R. ; BELL, C. R. **Vascular plant systematics.** New York: Harper and Row, 1974. 891 p.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

SINGH, R.; SEHGAL, O. P. Studies on the blossom biology of *Psidium guajava* L. (guava) 2, Pollen studies receptivity pollination and fruit set. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 25, p. 52-59, 1968.

SLAA, E. J.; BIESMEIJER, K. Flower constancy. In: DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. (Ed.). **Practical pollination biology**. Cambridge: Enviroquest, 2005. p. 381-400,

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

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 1.209-1.222, 2000.

WILLIAMS, I. H.; CORBERT, S. A.; OSBORNE, J. L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World**, Bucks, v. 72, n. 4, p. 170-180, 1991.

WILSON, G. W.; O'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. Myrtaceae revisited : A reassessment of intrafamilial groups. **American Journal of Botany**, Bronx, v. 88 , n. 11, p. 2013-2025, 2001.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, rcologia e conservação. In: LEAL, I. R.; TABARELL, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003, p. 75-134.

ZEISLER, M. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. **Beihifte zum Botanische Zentralblatt**, [S.l.], v. 58, p. 308-318, 1938.

Métodos de Levantamento e Conservação de Polinizadores

Manejo e Conservação de Polinizadores do Maracujazeiro Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)

Cláudia Inês da Silva[1]; Paulo Eugênio A. M. de Oliveira[2]; Carlos Alberto Garófalo[3]

Resumo

A degradação das áreas naturais é o principal fator que atua diretamente na diminuição das populações das abelhas em decorrência da redução dos sítios para a sua nidificação e dos recursos florais utilizados na alimentação de adultos e imaturos. As abelhas são os principais polinizadores de plantas nativas e cultivadas, como por exemplo, o maracujá-amarelo. Essa frutífera depende obrigatoriamente da polinização cruzada, feita pelas abelhas *Xylocopa*, também conhecidas como mamangava-de-toco ou abelha-carpinteira. Na ausência delas os produtores são obrigados a lançar mão da polinização manual, o que aumenta significativamente os custos de produção. Para manter as mamangavas-de-toco nas áreas de cultivos do maracujá-amarelo, apresentamos neste estudo algumas alternativas para o produtor. Dentre elas, a preservação de espécies-chave de plantas, importantes para a atração e manutenção das populações de *Xylocopa*, como por exemplo, *Rhynchanthera grandiflora*, *Senna obtusifolia*, *Senna rugosa*, *Senna sylvestris*, *Senna velutina* e *Solanum lycocarpum*. Tais espécies são fontes de pólen importantes para a manutenção das mamangavas-de-toco, uma vez que essas abelhas precisam tanto do pólen quanto do néctar para a alimentação dos adultos e imaturos, e nas flores do maracujá-amarelo elas coletam apenas o néctar. Outra

[1]Bióloga, D.Sc. em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, pós-doutoranda da Universidade de São Paulo (USP), claudiainess@gmail.com
[2]Biólogo, Ph.D. em Botânica, professor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), poliveira@ufu.br
[3]Biólogo, D.Sc. em Genética, professor da Universidade de São Paulo (USP), garofalo@ffclrp.usp.br

forma para manter as abelhas nas áreas de cultivos é a construção de ranchos contendo ninhos artificiais, que podem ser feitos com madeira seca ou com gomos de bambu. Esses ninhos têm demonstrado eficiência na atração e manutenção das abelhas *Xylocopa*. A limpeza dos ninhos é fundamental para evitar contaminações ou ataques por fungos, ou ocupação por aranhas de outros insetos. Todas as sugestões apresentadas têm sido importantes para a preservação das mamangavas-de-toco e podem auxiliar os produtores na busca pelo aumento na produção do maracujá-amarelo.

Palavras-chave: abelha carpinteira, conservação, manejo, maracujá-amarelo, polinização.

Management and Conservation of Pollinators of Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)

Abstract

The degradation of natural areas is the main cause underlying the decline of bee populations, since it results in the reduction of both nesting sites and floral resources that provide food for adults and immature individuals. Bees are the major pollinators of many native and cultivated plants, for example, the yellow passion fruit. The successful fruit production of this fruit crucially depends on cross-pollination by bees of the genus *Xylocopa*, popularly known as carpenter bees. In case these natural pollinators are absent, passion fruit growers are forced to pollinate the flowers by hand, which significantly increases the costs of production. In the present study, we present several alternative strategies for growers to maintain carpenter bees within the area under cultivation. Among these, an important strategy is the preservation of plant key species that are important for the attraction and conservation of *Xylocopa* populations, such as *Rhynchanthera grandiflora*, *Senna obtusifolia*, *Senna rugosa*, *Senna sylvestris*, *Senna velutina*, and *Solanum lycocarpum*. These plants are important sources of pollen for carpenter bees and, thus, fundamental for their conservation, since these bees require pollen as food for both adults and immature individuals in addition to the nectar collected from the passion fruit flowers. Another relevant strategy to maintain carpenter bees within the cultivation areas is the construction of shelters

providing artificial nest sites made of dry wood or bamboo shoots, which have been shown to efficiently attract *Xylocopa* bees. The cleaning of these artificial nests is fundamental in order to avoid their contamination with fungi or their occupation by other insects and spiders. All strategies suggested in the present study are important for the preservation of the carpenter bees and, consequently, may support passion fruit growers in efficiently increasing their fruit production.

Keywords: carpenter bees, conservation, management, passion fruit, pollination.

Introdução

A flor do maracujazeiro (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deneger–Passifloraceae) apresenta vários mecanismos para evitar a autopolinização, dentre eles a hercogamia, separação espacial das estruturas reprodutivas (Figura 1), a protandria (maturação do órgão masculino antes do feminino) e sistemas de autoincompatibilidade (BRUCKNER et al., 1995; RÊGO et al., 2000).

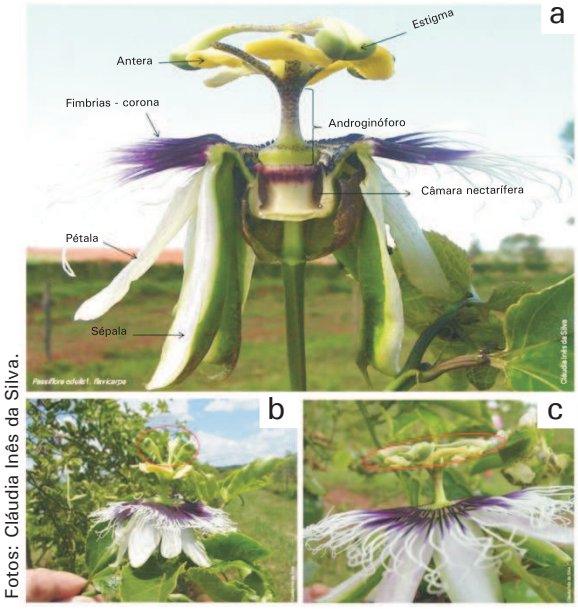


Figura 1. Morfologia da flor de maracujazeiro (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). a) Detalhes da flor do maracujá-amarelo ilustrando a câmara nectarífera e as estruturas reprodutivas. b) Estigmas voltados para cima, indicando que ainda não estão receptivos e prontos para receber os grãos de pólen. c) Deflexão dos estigmas indicando o momento de receptividade.

Tais mecanismos fazem de *Passiflora edulis* uma espécie que depende obrigatoriamente da polinização cruzada para a produção de frutos. Em função do tamanho e do seu comportamento durante a coleta do néctar (Figura 2), as abelhas do gênero *Xylocopa* L., 1802 são consideradas polinizadores importantes das flores do maracujá-amarelo em diversas regiões do Brasil (CAMILLO, 2003; SAZIMA; SAZIMA, 1989; YAMAMOTO, 2009).

Fotos: Cláudia Inês da Silva.

Figura 2. *Xylocopa frontalis* polinizando flores do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) após a deflexão dos estigmas, que se posicionam na mesma altura que as anteras. Dessa forma, os grãos de pólen aderidos no corpo das abelhas são transferidos para o estigma no momento em que elas coletam o néctar acumulado na câmara nectarífera.

No estudo feito por Yamamoto et al. (2007), foi estimado que o tamanho populacional de *Xylocopa*, comparado a outras espécies visitantes, foi significativamente maior nos cultivos de maracujá-amarelo no Triângulo Mineiro, sendo suficiente para garantir a produção de frutos na área estudada pelos autores. Entretanto, nem sempre a produção é considerada ideal para todos os produtores naquela região. Na ausência dos polinizadores, o produtor é obrigado a pagar pelos serviços de polinização manual, o que acarreta em aumento

considerável nos custos de produção (AUGUSTO et al., 2005; CAMILLO, 2003; CEREDA, 1980; GRISI JÚNIOR, 1973; MANICA, 1981). Quando a polinização manual não é feita corretamente, os problemas se tornam ainda mais graves, como mencionado por um dos produtores consultados no Triângulo Mineiro: "Na última safra contratamos pessoal para fazer a polinização manual. Apostamos no aumento da produção, no entanto, não obtivemos muito sucesso com esse tipo de polinização". O problema nessa propriedade foi que os trabalhadores contratados fizeram a autopolinização manual e a flor do maracujá-amarelo por ser autoincompatível, não atingiu o aumento desejado na produção de frutos. Os trabalhadores não tinham o conhecimento da gravidade em fazer a autopolinização. Neste caso, foi ministrado um treinamento naquela propriedade para orientá-los quanto à morfologia floral do maracujá-amarelo, seu sistema de polinização e aplicação de métodos para evitar a autopolinização manual.

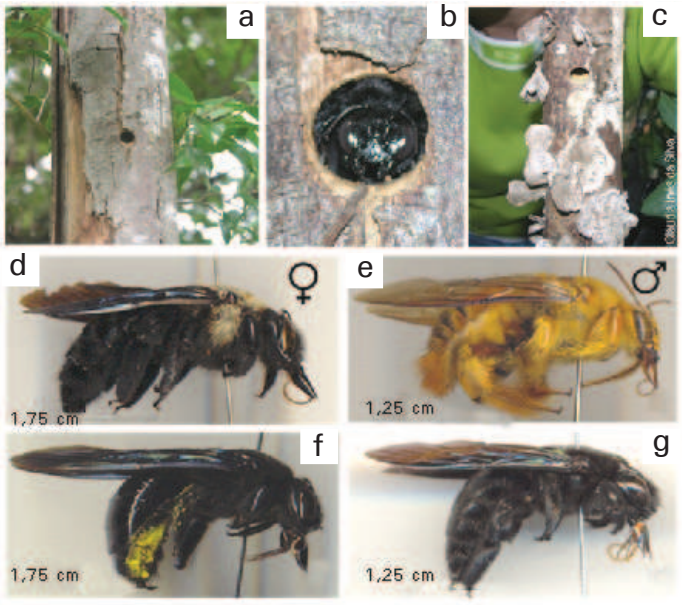
As abelhas *Xylocopa* fazem todo o trabalho de polinização cruzada de maneira eficiente e gratuita para o produtor de maracujá-amarelo. Preservar essas abelhas nas áreas de cultivo significa ter uma boa produção, frutos mais uniformes, maior número de sementes, mais polpa e, consequentemente, lucros. Atualmente, uma série de fatores tem levado à diminuição no número de abelhas nos cultivos, ocasionando perdas de produtividade da cultura. A degradação das áreas naturais próximas aos cultivos reduz drasticamente os locais adequados para nidificação e as fontes de recursos alimentares utilizadas pelas abelhas afetando diretamente as comunidades (HINES; HENDRIX, 2005; KREMEN et al., 2007; POTTS et al., 2005). Um estudo feito por Ricketts et al. (2008) sobre o impacto da paisagem na polinização de cultivos apontou um declínio nas taxas de visitação dos polinizadores com o aumento da distância dos seus habitats refletindo o potencial da ameaça da destruição de áreas naturais.

Para a manutenção das abelhas *Xylocopa* nos cultivos é necessário conhecer melhor a sua biologia. Contudo, a maioria dos produtores desconhece a história natural dessas abelhas, não sabem que elas são encontradas em atividade durante todo o ano, não tem informações sobre os recursos ecológicos utilizados para a construção dos ninhos e na alimentação dos adultos e imaturos. De tal maneira que se torna difícil para o produtor manejar essas abelhas, principalmente naquelas áreas onde o entorno dos cultivos encontra-se completamente degradado.

Na tentativa de auxiliar os produtores em algumas ações para minimizar os impactos causados no ambiente e aumentar o número de polinizadores em áreas de maracujá, apresentamos neste artigo algumas informações sobre a biologia das abelhas *Xylocopa*, espécies de plantas que são utilizadas como fontes de recursos florais para a alimentação de adultos e de imaturos e que podem ser mantidas ou reintroduzidas no entorno, tipos de substratos utilizados na construção de ninhos e cuidados com higienização dos mesmos.

Biologia das abelhas *Xylocopa*

O gênero *Xylocopa* ocorre com maior diversidade nas regiões tropicais e subtropicais (HURD; MOURE, 1963; MINCKLEY, 1998). Cerca de 200 espécies já foram descritas do Novo mundo (HURD; MOURE, 1963); 50 no Brasil (HURD, 1978). Essas abelhas são também conhecidas como mamangavas-de-toco ou abelhas-carpinteiras, justamente por construírem seus ninhos em troncos de árvores mortas (Figura 3) fazendo galerias ramificadas, em gomos de bambu, haste floral e em outros substratos de origem vegetal (ANZEMBERGER, 1977; CAMILLO; GARÓFALO, 1982; 2004; PEREIRA; GARÓFALO, 2010; RAMALHO et al.; SAKAGAMI; LAROCA, 1971; VIANA et al., 2001), com exceção das espécies do subgênero paleártico *Protoxylocopa*, que nidificam em solo (SILVEIRA et al., 2002). As espécies *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) apresentam um forte dimorfismo sexual, sendo os machos facilmente distinguidos das fêmeas por apresentarem o integumento e a pilosidade alaranjados (Figura 3), enquanto nas fêmeas tais estruturas são de cor preta (MARCHI; MELO, 2010).



Fotos: Cláudia Inês da Silva.

Figura 3. Abelhas do gênero *Xylocopa.* – a, b, c) Ninhos de *X. suspecta.* d, e) Fêmea e macho de *Xylocopa grisescens* lepeletier, respectivamente: f) *Xylocopa frontalis* (Olivier). *Xylocopa suspecta* (Moure e Camargo).

As mamangavas-de-toco apresentam um comportamento multivoltíneo, ou seja, elas são encontradas em atividades o ano todo (Figura 4), mesmo quando essas não estão em atividade de aprovisionamento das células de cria. A fêmea fundadora do ninho, depois de opercular (fechar) as células, permanece no seu ninho até a emergência de suas crias. Após a emergência, a prole permanece por um tempo no ninho e se alimenta de recursos florais (pólen e néctar) coletados pela mãe ou pela irmã mais velha (CAMILLO; GARÓFALO, 1982). Logo após o cuidado parental, as fêmeas emergentes, saem e fundam seus ninhos, mas na maioria das vezes, uma delas permanece no ninho materno podendo reutilizá-lo para a construção das células de cria da sua prole (BERNARDINO; GAGLIANONE, 2008; CAMILLO; GARÓFALO, 1982). Com isso, os ninhos podem permanecer ativos por muito tempo.

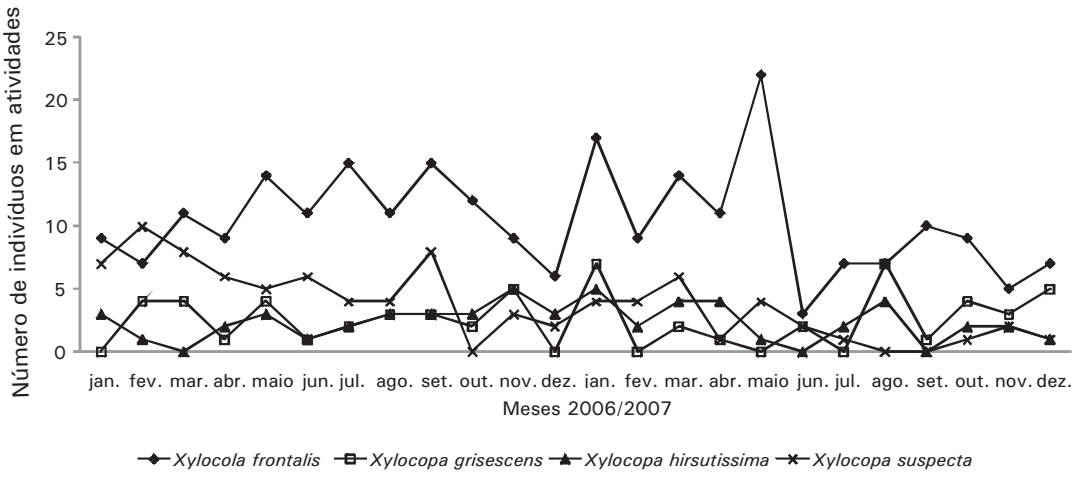


Figura 4. Número de indivíduos das espécies de *Xylocopa* em atividade nos fragmentos de Cerrado sentido restrito estudados no Triângulo Mineiro, no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2007. Fonte: Silva (2009).

Plantas utilizadas como fontes de recursos florais para a alimentação de adultos e de imaturos de *Xylocopa*

Pelo fato de serem espécies com comportamento multivoltíneo, as abelhas *Xylocopa* são também generalistas quanto ao uso de recursos florais na sua alimentação. Essa informação nos leva a pensar na diversidade de fontes florais necessárias para a manutenção das populações dessas abelhas ao longo de todo o ano.

As fontes de recursos florais utilizadas pelas abelhas podem ser identificadas através de observações diretas nas flores (MATEUS, 1998; PEDRO, 1992; SILVA, 2002) ou por meio da análise dos grãos de pólen encontrados em seu corpo, nos ninhos e/ou nas fezes (SILVA et al., 2010). A análise polínica permite identificar as principais fontes de recursos florais utilizadas pelas abelhas, além de possibilitar o reconhecimento da disponibilidade de recursos no campo e as possíveis épocas de carência de alimento (SILVA, 2009). Essa análise é feita com base no conhecimento prévio das características morfológicas dos grãos de pólen, usualmente por comparação do pólen presente nas abelhas e nos ninhos com aqueles obtidos a partir de um laminário de referência da flora da região (palinoteca) (SALGADO-LABOURIAU, 1961; SILVA et al., 2010).

Um estudo feito por Silva (2009) apresenta com detalhes a utilização dos recursos florais pelas *Xylocopa* e das redes de interações estabelecidas entre essas abelhas e plantas do Cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro. Esse estudo não somente incrementou ainda mais a lista de plantas visitadas por essas abelhas (AUGUSTO et al., 2005), como também traz informações importantes sobre a dinâmica desse ecossistema quanto à distribuição espaço-temporal dos recursos florais utilizados pelas mamangavas-de-toco. Tais informações são de grande importância para a elaboração de planos de manejo e conservação dessas abelhas e das plantas nativas que dependem delas para a sua reprodução.

Dados obtidos por Yamamoto (2009) apontam que apenas a proporção das áreas de vegetação natural no entorno dos cultivos não explica a variação na riqueza dos polinizadores e na produtividade natural do maracujá-amarelo. Entretanto, a qualidade dos fragmentos localizados no entorno dos cultivos, quanto à disponibilidade e distribuição espaço-temporal dos recursos alimentares como evidenciado por Silva (2009), pode não somente explicar tal evento, mas também ser um fator

limitante na manutenção das mamangavas-de-toco nas áreas do entorno dos cultivos do maracujá-amarelo.

Outro fator importante apresentado por Silva (2009), que pode interferir na manutenção das abelhas *Xylocopa*, está relacionado ao fato de que a maioria dos produtores retira das áreas as principais plantas para a manutenção dessas abelhas (SILVA, 2009), dentre elas *Solanum lycocarpum* (lobeira), *Senna velutina*, *Senna silvestris*, *Senna rugosa* (fedegoso), *Rhynchanthera grandiflora* (flor-de-quaresma), consideradas espécies invasoras e altamente agressivas em áreas de pasto. Tais plantas nativas podem representar até 50% das espécies preferencialmente utilizadas pelas abelhas, como por exemplo, pela *Xylocopa suspecta*. Esse dado evidencia a importância de preservá-las nas áreas do entorno dos cultivos de maracujá-amarelo. No entanto, como a maioria das plantações de maracujá-amarelo é uma atividade econômica paralela, principalmente com a agropecuária, os produtores apresentam resistência em preservá-las.

Embora haja informação sobre o raio de voo das abelhas *Xylocopa*, o qual pode atingir até 12 km (FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2003), também é verdadeiro que se houver recursos alimentares próximos aos sítios de nidificação não haveria a necessidade de deslocamento das abelhas para consegui-los. Voar a longas distâncias pode ser um gasto de energia dispendioso para qualquer animal, além da exposição aos predadores de adultos, como também de inimigos naturais que atacam as crias nos ninhos. Melhorar a qualidade dos fragmentos naturais no entorno e utilizar as espécies-chave para a atração e manutenção das mamangavas pode ser a solução mais inteligente e rentável para o produtor de maracujá-amarelo (FREITAS; OLIVEIRA FILHO, 2001; SILVA, 2009).

Ninhos-armadilha para a atração e manutenção das mamangavas

Uma das primeiras tentativas para aumentar a população das abelhas nas áreas de cultivo foi a colocação de pedaços de troncos de árvores com uma consistência relativamente macia, como decorrência de um processo de apodrecimento, cujo objetivo era facilitar a atividade de escavação apresentada pelas fêmeas de *Xylocopa* (NISHIDA, 1963). Imaginava-se com essa metodologia atrair as fêmeas a nidificarem na área da plantação e aí permanecerem por várias gerações, aumentando, dessa forma, a população de polinizadores. Outras tentativas de colonização de áreas

de plantio de maracujá com outros procedimentos foram também realizadas. O transporte de ninhos ativos por pequenas distâncias em várias etapas (KAPIL; DHALIWAL, 1969), o transporte de ninhos com adultos que ainda não estavam em atividade reprodutiva ou de ninhos contendo imaturos em seu interior (SIHAG, 1993). Nas duas primeiras situações, as tentativas não foram bem sucedidas, mas na terceira, algum sucesso pôde ser obtido.

No Brasil, os primeiros estudos visando encontrar meios alternativos para aumentar a população dos polinizadores do maracujá em áreas de plantio ocorreram na década de 1980. Nesses estudos, ninhos naturais eram transportados para o laboratório, após as fêmeas adultas terem terminado suas atividades reprodutivas, abertos e os imaturos encontrados eram removidos das células e mantidos em recipientes adequados para completarem seu desenvolvimento. Após a emergência, as fêmeas recebiam uma marcação no tórax e eram colocadas no interior de pequenas galerias perfuradas em tocos de madeira. Essas galerias simulavam o início da escavação de uma galeria feita por uma abelha. Uma pequena porção de alimento larval, obtido a partir de células encontradas nos ninhos abertos, era colocada na galeria para a fêmea recém-emergida se alimentar. A entrada da galeria ou "ninho" era fechada com uma tela de arame que era retirada 2 ou 3 dias após a montagem do novo ninho, permitindo à fêmea livre acesso ao campo. Nesses experimentos foi encontrado um percentual de aceitação da nova moradia por parte das fêmeas ao redor de 67% (CAMILLO, 2003).

Na década de 1990, outros estudos e observações foram feitos visando o oferecimento e utilização pelas fêmeas de *Xylocopa* de ninhos-armadilha representados por gomos de bambu de diferentes diâmetros e comprimentos e fechados em uma das extremidades pelo próprio nó (CAMILLO, 2003). Embora vários gomos de bambu tenham sido colonizados por fêmeas de *X. frontalis*, nenhum estudo mais detalhado foi, naquele momento, realizado.

Sabe-se, contudo, que estudos detalhados sobre o comportamento reprodutivo das fêmeas ocupando ninhos-armadilha são fundamentais para a tomada de decisão sobre qual ou quais tipos de ninhos-armadilha podem ser indicados para um sistema de manejo visando à utilização de uma espécie de abelha como polinizador de uma cultura. Mais recentemente, Freitas e Oliveira Filho (2003), Oliveira Filho (2001) e Oliveira Filho e Freitas (2003) desenvolveram um modelo de caixa racional com ninhos móveis para *Xylocopa*. Nesse modelo são usadas caixas de madeira, semelhantes àquelas usadas para colmeias de abelhas melíferas, contendo em seu interior placas de madeira, em lugar dos favos das abelhas melíferas, com espessura suficiente para permitir a uma fêmea de *Xylocopa* escavar e instalar ali seu ninho. Cada placa de madeira tem em cada um de seus lados uma lâmina de vidro

através da qual é possível observar o interior das galerias construídas pela fêmea de *Xylocopa* bem como o conteúdo das células. O número de ninhos de *Xylocopa* presentes em cada caixa depende do espaço interno com capacidade para abrigar as placas de madeira. Os autores observaram que tais ninhos tiveram boa aceitação pelas fêmeas de *X. frontalis* e que a biologia reprodutiva da espécie não foi afetada.

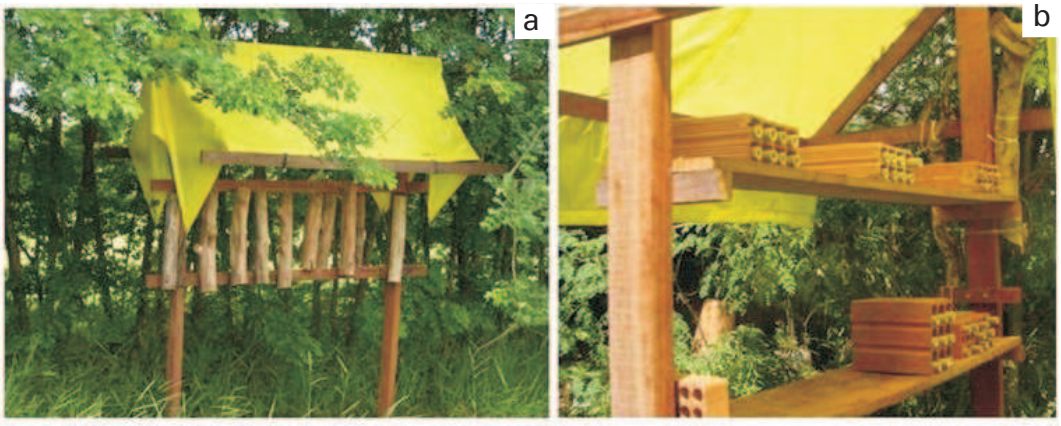
Visando avaliar a indicação de gomos de bambu como ninhos-armadilha para atrair fêmeas de *Xylocopa* para nidificar neles e, dessa forma, incrementar a população desse polinizador em áreas de cultivo de maracujá, um estudo sobre o comportamento de nidificação de *X. frontalis* e *X. grisescens* foi realizado por Pereira (2002). Os resultados obtidos foram disponibilizados por Pereira e Garófalo (2010). Segundo esses autores, as espécies não apresentaram mudanças significativas em suas atividades de nidificação naqueles ninhos-armadilha comprovando, assim, que a utilização de gomos de bambu como substrato para nidificação para aquelas abelhas se constitui em uma alternativa válida. A simplicidade e o baixo custo dessa metodologia são aspectos altamente favoráveis à sua utilização.

Localização dos substratos de nidificação para atrair fêmeas de *Xylocopa*

Embora exista uma tendência de os troncos em condições ótimas para nidificação serem colocados ao lado de moirões que fazem parte da estrutura utilizada para sustentar a planta em desenvolvimento, a colocação deles sob uma cobertura (rancho) construída no interior da cultura, para protegê-los de chuva e luz solar diretamente incidente, pode atrair, mais facilmente, abelhas a nidificarem neles (Figura 5a).

Mesmo adotando-se os métodos desenvolvidos por Freitas e Oliveira Filho (2003), Oliveira Filho (2001) e Oliveira Filho e Freitas (2003), a caixa contendo as placas de madeira com ninhos deve ser mantida sob uma cobertura para minimizar os efeitos de temperaturas elevadas, o que acarretaria um calor muito intenso no seu interior. Da mesma forma, se forem disponibilizados gomos de bambu como ninhos-armadilha, é importante que eles sejam colocados também sob uma cobertura protegendo-os de chuva e luz solar direta. Construindo uma ou duas prateleiras sob uma cobertura e colocando diversos tijolos do tipo "baiano" ao longo de cada uma delas, os gomos de bambu poderão ser introduzidos nos orifícios existentes naqueles tijolos (Figura 5b). Esse método permite que os ninhos fiquem um pouco distantes

um do outro, facilitando a localização de seu ninho pela fêmea. Os gomos de bambu a serem usados precisam apresentar tamanhos adequados para receber um ninho de uma espécie. Segundo Pereira e Garófalo (2010), o comprimento dos bambus utilizados por *X. frontalis* variou de 16,1 cm a 30,6 cm, enquanto os usados por *X. grisescens* possuíam comprimento variando de 18,8 cm a 28,8 cm. O diâmetro, um parâmetro mais importante que o comprimento, variou de 1,6 cm a 2,2 cm nos ninhos de *X. frontalis*, e de 1,7 cm a 2,1 cm, nos ninhos de *X. grisescens*. A espessura do bambu também é muito importante porque ela será a fonte de serragem que a fêmea utilizará para construir a parede de fechamento de cada célula. Em vista disso, os bambus precisam ter, pelo menos, 3 mm de espessura, para ninhos de ambas as espécies.



Fotos: Cláudia Inês da Silva.

Figura 5. Ranchos construídos para abrigar os tipos de ninhos-armadilha para atração e manutenção das abelhas *Xylocopa* nas áreas de cultivos do maracujá-amarelo. a) Troncos de madeira; b) gomos de bambu acondicionados em tijolo do tipo "baiano".

Cuidados que devem ser adotados para a manutenção dos ninhos

Quando trabalhando com os gomos de bambu, alguns cuidados precisam ser tomados. Limpezas periódicas dos gomos não utilizados, evitando a presença de aranhas e outros animais próximo aos ninhos ativos, e removendo poeira e algum outro tipo de detrito que possa estar acumulado nos bambus. Nas revisões periódicas do estado dos ninhos-armadilha, é importante remover aqueles que, por algum motivo, racharam, pois eles não serão utilizados pelas abelhas. Deve-se substituir tais gomos por outros novos. Gomos de bambu que foram utilizados pelas abelhas e depois abandonados, devem ser removidos do local para evitar o desenvolvimento de fungos e presença de ácaros em restos de alimento larval ou mesmo dejetos produzidos pelas abelhas. Também é importante remover as fezes que as abelhas depositam nas entradas dos ninhos.

Agradecimentos

Agradecemos ao PROBIO e ao CNPq pelo apoio durante os estudos iniciais sobre manejo de *Xylocopa* no Triângulo Mineiro, à FAPEMIG pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora, à CAPES pela bolsa concedida à primeira autora durante o estágio na Universidad de Sevilla, Espanha, o que possibilitou a descrição e identificação dos grãos de pólen das plantas utilizadas pelas abelhas *Xylocopa* e também pela atual bolsa de pós-doutorado-PNPD; ao Dr. Michael Hrncir pela leitura do manuscrito.

Referências

ANZENBERGER, G. Ethological study of African carpenter bees of the genus *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae). **Zeitschrift für Tierpsychology,** [S.l.], v. 44, p. 337-374, 1977.

AUGUSTO, S. C.; BARBOSA, A. A. A.; SILVA, C. I.; YAMAMOTO, M.; CARVALHO, A. P. G. O.; ALVARENGA, P. E.; OLIVEIRA, P. E. **Plano de manejo sustentável de *Xylocopa* spp (Apidae, Xylocopini), polinização e produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) no Triângulo Mineiro**: relatório final PROBIO/Polinizadores. Brasília, DF: MMA, 2005. 66 p.

BERNARDINO, A. S.; GAGLIANONE, M. C. Distribuição de ninhos e hábitos de nidificação de *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) em área de restinga no norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia,** São Paulo, v. 52, p. 434-440, 2008.

BRUCKNER, C. H.; CASALI, V. W. D.; MORAES, C. F.; REGAZZI, A. J.; SILVA, E. A. M. da. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 370, p. 47-57, 1995.

CAMILLO, E. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 44 p.

CAMILLO, E.; GARÓFALO, C. A. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in Southern Brazil. I - Nest construction and biological cycle. **Revista Brasileira de Biologia,** São Carlos, v. 42, p. 571-582, 1982.

CEREDA, E. Tratos culturais. In: RUGGIERO, C. (Ed.). **Cultura do maracujazeiro**. Jaboticabal: FCAV, 1980. p. 33-45.

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

FREITAS, B. M.; OLIVEIRA FILHO, J. H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 1135-1139, 2003.

GRISI JÚNIOR, C. Falta de polinização, a principal causa da queda excessiva de flores nos maracujazeiros (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) na região de Votuporanga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., 1973, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973. p. 433-436.

HINES, H. M.; HENDRIX, S. D. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) diversity and abundance in tallgrass prairie patches: effects of local and landscape floral resources. **Environmental Entomology,** College Park. v. 34, p. 1.477–1.484, 2005.

HURD, P. D. **An annotated catalog of the carpenter bees (genus *Xylocopa* Latr.) of the Western Hemisphere (Hymenoptera, Anthophoridae)**. Washington, DC: Smithsonion Institution, 1978. 106 p.

HURD, P. D.; MOURE. J. S. A classification of the large carpenter bee (Xylocopini). **University of California Publications in Entomology**, Berkeley, v. 29, p. 1-365, 1963.

KAPIL, R. P.; DHALIWAL, J. S. Biology of *Xylocopa* species. II. Field activities, flight range and trials on transportation of nests. **Journal of Research**, Hissar, v. 5, p. 262-271, 1969.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMIL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VÁZQUEZ, P.; WINFREE, R.; ADAMS, L.; CRONE, E. E.; GREENLEAF, S. S.; KEIT, T. H.; KLEIN, A. M.; REGETZ, J.; RICKETTS, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, Oxford, v. 10, p. 299-314, 2007.

MANICA, I. **Fruticultura tropical**: 1. maracujá. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.160 p.

MARCHI, P.; MELO, G. A. R. Biologia de nidificação de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier) (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em Morretes, Paraná. **Oecologia Australis,** Rio de Janeiro, v. 14, p. p. 210-231, 2010.

MATEUS, S. **Abundância relativa, fenologia e visita às flores pelos Apoidea do Cerrado da Estação Ecológica de Jataí- Luiz Antônio- SP**. 1998. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MINCKLEY, R. A cladistic analysis and classification of the subgenera and genera of the large carpenter bees, tribe Xylocopini (Hymenoptera: Apidae). **Scientific Papers - Natural History Museum, University of Kansas**, Lawrence, v. 9, p. 1-47, 1998.

NISHIDA, T. **Ecology of the pollinators of passion frui**t. Honolulu: University of Hawaii, Agricultural Experimental Station, 1963. 38 p. (University of Hawaii. Agricultural Experimental Station. Technical Bulletin, 55).

OLIVEIRA FILHO, J. H. Avaliação de um modelo de colméia racional para a abelha mamangava (Xylocopa spp.): aceitação, biologia reprodutiva e uso para polinização**.** 2001. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

OLIVEIRA FILHO, J. H.; FREITAS, B. M. Colonização e biologia reprodutiva de mamangavas (*Xylocopa frontalis*) em um modelo de ninho racional. **Ciência Rural,** Santa Maria, RS, v. 33, p. 693-697, 2003.

PEDRO, S. R. M. **Sobre as abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado (Cajurú, NE do Estado de São Paulo):** composição fenologia e visita às flores. 1992. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

PEREIRA, M. **Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha**. 2002. 125 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

PEREIRA, M.; GARÓFALO, C. A. Biologia da nidificação de *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em ninhos-armadilha. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 193-209, 2010.

POTTS, S. G.; VULLIAMY, B.; ROBERT, S.; O'TOOLE, C.; DAFNI, A.; NEEMAN, G.; WILLMER, P. Role of nesting resources in organizing diverse bee communities in a Mediterranean landscape. **Ecological Entomology**, Oxford, v. 30, p. 78-85, 2005.

RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; BRUCKNER, C. H.; SILVA, E. A. M.; FINGER, F. L.; PEREIRA, K. J. C. Pollen tube behavior in yellow passion fruit following compatible and incompatible crosses. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 101, p. 685-689, 2000.

RAMALHO, M.; BATISTA, M. A.; SILVA, M. *Xylocopa* (*Monoxylocopa*) *abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): Uma Associação Estreita no Semi-Árido do Brasil Tropical. **Neotropical Entomology,** Londrina, v. 33, p. 417-425. 2004.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMIL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollinations services: are there general patterns? **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, p. 499-515, 2008.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S. Observations on the bionomics of some neotropical Xylocopinae bees, with comparative and biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). **Journal of the Faculty of Science**, Série Zoology, Hokkaido, v. 18, p. 57-127, 1971.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. Pollen grains of plants of the "Cerrado" I. Anais da **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 119-130, 1961.

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

SIHAG, R. C. Behaviour and ecology of the subtropical carpenter bee, *Xylocopa fenestrata* F. 7. Nest preference and response to nest translocation. **Journal of Apicultural Research**, Cardiff, v. 32, n. 2, p.102-108, 1993.

SILVA, C. I. **Abelhas eussociais e suas visitas às flores em um remanescente de Cerrado.** 2002. Monografia (Especialização em Ciência Ambiental) - Universidade de Franca, Franca.

SILVA, C. I. **Distribuição espaço-temporal de recursos florais utilizados por *Xylocopa* spp. e interação com plantas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro.** 2009. 287 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SILVA, C. I.; MELLO, A. R.; OLIVEIRA, P. E. A palinologia como uma ferramenta importante nos estudos das interações entre *Xylocopa* spp. e plantas no Cerrado. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 9., 2010, Ribeirão Preto. **Genética e biologia evolutiva de abelhas**: anais. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2010a. 1 CD-ROM

SILVA, C. I.; BALLESTEROS, P. L. O.; PALMERO, M. A.; BAUERMANN, S. G.; EVALDIT, A. C. P; OLIVEIRA, P. E. A. M. **Catálogo polínico:** palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero *Xylocopa*. Uberlândia: EDUFU, 2010b. 154 p.

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

VIANA, B. F., SILVA, F. O.; KLEINERT, A. M. P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no Nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 245-251. 2001.

YAMAMOTO, M. **Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger, Passifloraceae):** riqueza de espécies, freqüência de visitas e a conservação de áreas naturais. 2009. 142 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

YAMAMOTO, M.; CHAVES-ALVES, T. M.; FREITAS, R. F. de; SANTOS, C. T.; FREITAS, G. R. O.; GRANDE, H.; JUNIOR, J. Z.; TAVARES, M. R.; BORDON, N. G.; S. FILHO, N. A.; MOLINA, R. A. S. Estimativa populacional dos polinizadores de *Passiflora edulis f. flavicarpa* em uma área de produção do Triângulo Mineiro. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p. 1-2.

Coleta de Alimento por uma Abelha Solitária (*Ptilothrix plumata*) da Caatinga

Clemens Schlindwein[1], Raquel A. Pick [2]; Celso F. Martins[3]

Resumo

Ptilothrix plumata Smith, 1853 é uma abelha solitária que forma densas agregações de ninhos no chão. Neste estudo, analisamos o pólen armazenado em ninhos de *P. plumata* e avaliamos sua interação entre espécies de Malvaceae, por meio de análises quantitativas e qualitativas do aprovisionamento larval. O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, de agosto a outubro de 2005 e de 2006. A agregação ocupou uma área de 48 m^2. As fêmeas coletaram pólen de seis espécies de Malvaceae, 61% em média de três espécies de Pavonia, além de duas espécies de *Sida* e uma de *Herissantia*. Uma fêmea coletou, em média, pólen de 17 flores de *Pavonia cancellata*, 8,5 flores de *P. varians*, cinco flores de *P. humifusa* e 12 flores de *Sida galheirensis* para alimentar uma larval. Consideramos *Ptilothrix plumata* uma abelha estreitamente oligolética em flores de Pavonia.

Palavras-chave: *Ptilothrix plumata*, repartição de pólen, Malvaceae.

---

[1]Biólogo, Ph.D. em Ciências Naturais, professor da Universidade Federal de Minas Gerais, Ouro Preto, MG (UFPE), Recife, PE, schlindw@ufpe.br
[2]Bióloga, D.Sc. em Zoologia, pós-doutoranda da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, pickraquel@hotmail.com
[3]Biólogo, D.Sc. em Zoologia, professor da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, cmartins@dse.ufpb.br

Food Collection by a Solitary Bee (*Ptilothrix plumata*) in the Caatinga

Abstract

Ptilothrix plumata Smith, 1853 is a solitary bee the form dense aggregations nest on soil. In this study we analyzed the pollen stored in the nests of *P. plumata* and evaluated interaction between it and several species of Malvaceae. We have done this through quantitative and qualitative analyses of larval provisioning. The study was carried out in National Park of Catimbau, Pernambuco, from August to October of 2005 and of 2006. The nest aggregation occupied an area of 48m^2. the females collected pollen of six species of Malvaceae, 61% in average of three species of Pavonia, besides two species of *Sida* and one of *Herissantia*. A female collected in average pollen grains of 17 flowers of *Pavonia cancellata*, 8,5 flowers of *P. varians*, 5 flowers of *P. humifusa* and 12 flowers of *Sida galheirensis* to feed a larva. We considered *Ptilothrix plumata* a bee strictly oligoletic in flowers of Pavonia.

Keywords: *Ptilothrix plumata*, pollen sharing, Malvaceae.

Introdução

Informação sobre a dieta das espécies pode ser obtida por meio de estudos de comunidades de abelhas e plantas, onde as fêmeas são observadas e registradas em flores. A presença de uma possível relação oligolética é indicada se em outras localidades e regiões, coletas de pólen em flores da mesma espécie ou de espécies parentes for confirmada (CANE; SIPES, 2006). Além disso, a análise da carga polínica de fêmeas fornece informações quantitativas sobre o pólen coletado durante um voo de forrageamento.

A análise qualitativa de pólen possibilita determinar quais plantas contribuíram com recursos polínicos e em qual proporção. Conhecendo a proporção de pólen por flor, pode ser calculado o pólen de quantas flores contribuíram para alimentação de uma larva (SCHLINDWEIN et al., 2005). Entretanto, de abelhas solitárias, os ninhos raramente estão disponíveis.

Ptilothrix plumata é uma espécie de *Emphorini*, uma tribo que abrange abelhas oligoléticas (CANE; SIPES, 2006; MICHENER, 2007; MINCKLEY; ROULSTON, 2006; SCHLINDWEIN; MARTINS, 2004). O gênero possui distribuição disjunta no continente americano. Há três espécies nos nos Estados Unidos e México, e 13 espécies na América do Sul. No Brasil há apenas três (SILVEIRA et. al, 2002; SCHLINDWEIN; MARTINS, 2004). *Ptilothrix frutifera* é oligolética em *Opuntia* (Cactaceae) (SCHLINDWEIN; WITTMANN, 1997), *P. relata* em Malvaceae (SCHLINDWEIN, 1998) e *P. plumata* é oligolética em flores de *Pavonia* (SCHLINDWEIN; MARTINS, 2000).

No litoral da Paraíba, durante a estação seca, foi observada relação monolética local com *Pavonia cancellata* (Malvaceae). As fêmeas competem com um pequeno Cucurlionidae, *Pristimerus calcaratus* pelos recursos florais de *P. cancellata*, única planta associada à *P. plumata* nesse local (SCHLINDWEIN; MARTINS, 2000).

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição da dieta larval de abelhas *P. plumata* numa área onde ocorrem diferentes espécies de Malvaceae.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido de agosto a outubro de 2005 e 2006, no Semiárido nordestino, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque, PE (08º35'914"S e 037º14'285"W). O clima da região é o do tipo Bsh (Köppen), tropical sazonal com uma estação chuvosa de março a julho e média anuais de precipitação entre 650 mm e 1.100 mm. A temperatura média anual é 23 ºC (SOCIEDADE NORDESTINA DE ECOLOGIA, 2002). A vegetação ao redor da área de nidificação foi composta por *Rhaphiodon echinus* (Nees. e Mart.) (Lamiaceae), *Richardia grandiflora* (Cham. e Schult) K. Schum. (Rubiaceae), muitas espécies de Malvaceae, por exemplo, *Pavonia varians* Moric., *P. cancellata* Cav., *P. humifusa* A. Juss., *Sida galheirensis* Ulbr., *S. cordifolia* L., *Sidastrum multiflorum* (Jaq.) Fryxell e *Herissantia crispa* (L.) Brizicky.

De agosto a outubro foram feitas observações em uma agregação de ninhos de *P. plumata*. A área da agregação foi medida e contados os ninhos presentes. Ninhos foram escavados, medidos, desenhados e fotografados. Abelhas que visitavam flores de Malvaceae foram coletadas com rede entomológica, colocadas em frascos com acetato

de etila e conservadas a seco. Foram feitas lâminas de referência de grãos de pólen das Malvaceae ocorrendo nos arredores do local de agregação. Foram coletados botões florais e colocados em álcool 75%. As anteras foram abertas na placa de Petri, e após a evaporação do álcool, os grãos de pólen foram retirados com uma porção de gelatina glicerinada corada com fucsina e não corada. Para cada planta foram confeccionadas três lâminas de pólen com as lamínulas seladas com parafina.

O número de grãos de pólen de *Pavonia varians*, *P. humifusa* e *P. cancellata* foram determinados em dez botões florais de indivíduos diferentes. Em cada botão floral foi contado o número total de anteras e em dez anteras escolhidas aleatoriamente por flor, contado o número total de grãos de pólen. O número de anteras foi multiplicado pela média de grãos de pólen por anteras e assim foi calculado o número total de grãos de pólen por espécie. Grãos de pólen de *Pavonia* foram medidos em ocular micrométrica com aumento de 40 X (n = 300).

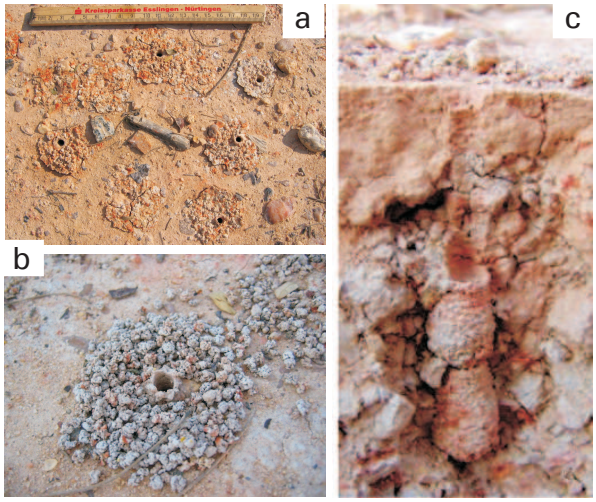
Os tipos polínicos presentes nas células de cria foram identificados por comparação com lâminas de referência das espécies de Malvaceae do local em 13 ninhos e determinada sua frequência relativa contando 300 grãos por amostra. Para isso, o conteúdo do pólen de uma célula de cria foi transferido para um tubo tipo *eppendorf* e acrescentado álcool 70% até o volume de 1,5 mL. A mistura foi homogeneizada em agitador por 5 minutos e em seguida retirada uma amostra com uma micropipeta e colocada em placa de Petri. Após evaporação do álcool, parte do pólen foi aderida a pequenas porções de gelatina glicerinada corada com fucsina básica e não corada. Foram confeccionadas seis preparações de pólen por ninho em lâminas de microscópio com e as lamínulas seladas, com parafina (LOUVEAUX et al., 1978).

Em cinco células de cria com massa polínica completa, cujo pólen não foi consumido pela larva, foi determinado o número total de grãos de pólen por célula de cria e por tipo polínico. A massa polínica do ninho foi transferida para um tubo tipo *eppendorf* (1,5 mL), no qual foi adicionado ácido lático glicerinado até completar 1,5 mL de volume. A mistura foi homogeneizada em agitador vortex por 5 minutos e em seguida seis amostras foram retiradas e transferidas para uma lâmina de microscópio com gelatina glicerinada. O número de grãos contido em cada amostra foi contado em microscópio, somado e determinado o número total de grãos na célula de cria, onde 1,5 mL (volume total) foi multiplicado pelo número total de grãos contados e esse dividido pelo volume total das amostragens 0,0009 mL (1,5 μl) = X grãos de pólen por ninho. Relacionando a quantidade de pólen por célula de cria e espécie de plantas com a quantidade de pólen contido numa flor, foi determinado o número de flores por célula.

Resultados

As fêmeas de *Ptilothrix plumata* construíram os ninhos em solo compactado, duro, argiloso, em superfície plana e desprovido de vegetação. Em outubro de 2006, a agregação abrangeu uma área de 48 m^2 e 328 ninhos. A densidade média da agregação foi 6,8 ninhos/m^2 (Figura 1).

As fêmeas de *P. plumata* começaram a construção de ninhos no fim da estação chuvosa, no começo de agosto, e o fim da atividade de nidificação foi em outubro. Nessa época, muitas espécies de plantas floresceram no parque. Machos e fêmeas de *P. plumata* visitaram flores de três espécies de *Pavonia* (*P. cancellata*, *P. varians* e *P. humifusa*) (Figura 2). Essas flores abriram entre às 7h e 7h30min e fecharam entre as 12h e 13h.



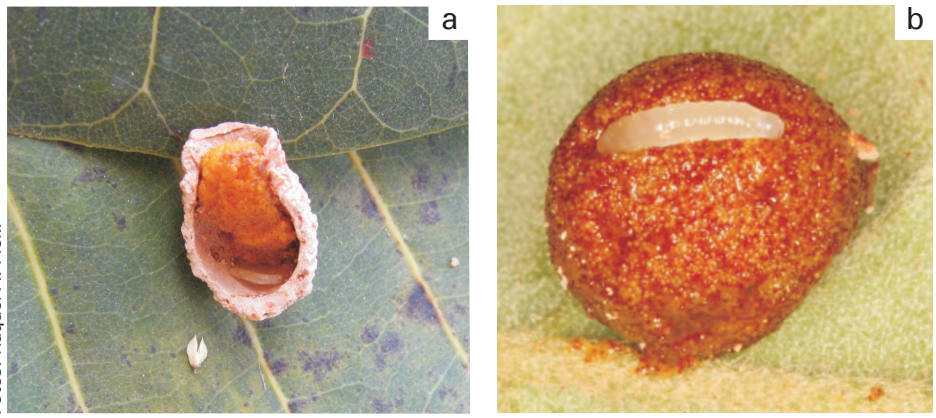
Fotos: Raquel A. Pick.

Figura 1. Ninhos de *Ptilothrix plumata* no Parque Nacional do Catimbau, PE. a) Aspecto geral da agregação; b) torre da entrada do ninho e grânulos de terra solta ao redor; c) ninho com duas células de cria em série.

Fotos: Raquel A. Pick.

Figura 2. Flores de *Pavonia* do Parque Nacional do Catimbau, PE. a) *P. humifusa* (pólen vermelho e amarelo); b) *P. cancellata* (pólen vermelho); c) *P. varians* (pólen amarelo).

Ninhos abertos apresentaram uma pequena torre de 2 mm de altura e grânulos de solo ao redor da entrada (Figura 1). A menor distância entre ninhos foi de 2 cm. Os ninhos foram constituídos por um canal vertical não ramificado, que seguiu até a célula de cria. A maioria dos ninhos possui apenas uma célula de cria (18 ninhos) e ninhos com duas células foram raros (2 ninhos) (Figura 1). No interior das células de cria encontrou-se uma massa compactada de pólen esferoidal e abaixo dessa, um ovo (Figura 3). A profundidade média dos ninhos, da entrada até a célula de cria, foi de 2,9 (±1,2 cm; n = 20).



Fotos: Raquel A. Pick.

Figura 3. Células de cria de *Ptilothrix plumata.* a) Vista longitudinal de uma célula mostrando o ovo abaixo da massa de pólen; b) massa polínica com larva (primeiro estádio larval).

A construção do ninho teve início entre 12h e 13h, sendo finalizada após às 16h. O forrageamento de pólen terminou às 10h30min. O ovo foi posicionado abaixo da massa de pólen da célula de cria. A análise polínica das células de cria mostrou que uma fêmea de *P. plumata* aprovisiona de 110.833 a 348.000 grãos de pólen (média = 178.667; DP= 99.140,5) para alimentar uma larva (Tabela 1).

Tabela 1. Tamanho de grãos de pólen, número de anteras e grãos de pólen por flores em *Pavonia cancellata*, *P. varians* e *P. humifusa* (N = 10).

	P. cancellata	*P. varians*	*P. humifusa*
Ø do grão de pólen (μm) (média ± SP)	143.7 ± 5.5	178.8 ± 8.4	159.9 ± 9.3
Número de anteras	44.5 ± 9.0	35.5 ± 4.5	50 ± 4.9
Número de grãos de pólen por antera	57.8 ± 12.6	67.5 ± 11.2	54.2 ± 14.5
Número de grãos de pólen por flor	2,572	2,396	2,710

Considerando-se o número de grãos de pólen produzidos por espécies de *Pavonia* (Tabela 2) e *Sida galheirensis* (5.307 ± 620,5 grãos pólen por flor), em média, uma fêmea de *P. plumata* coletou grãos de pólen de 17,2 flores de *P. cancellata*, 8,5 de *P. varians* e 4,8 de *P. humifusa* e 12,3 de *Sida galheirensis* para aprovisionar uma célula (Tabela 2).

Tabela 2. Número total de grãos de pólen de cinco células de cria de diferente fêmeas de *Ptilothrix plumata* no Parque Nacional do Catimbau, PE. O número de flores corresponde ao número de flores das respectivas espécies que contém o número médio de grãos de pólen encontrado nas células de cria.

Células de cria	*Pavonia cancellata*	*Pavonia varians*	*Pavonia humifusa*	*Sida galheirensis*	Malvaceae sp.	Pólen de Não-Malvaceae	Total
1	23 261	20 628	9 656	75 489	351	2 282	131 667
2	58 000	3 480	9 280	139 200	127 600	10 440	348 000
3	17 948	34 039	16 710	113 257	-	3 713	185 667
4	48 461	37 884	22 652	167	6 639	1 562	117 167
5	74 628	5 542	7 019	-	22 536	1 108	110 833
Número médio de pólen ± DP	44 459 20 680 – 68 238	20 314 4 512 – 36 116	13 063 6 588 – 19 538	65 623 1 648 – 129 596	31 425 -	3 821 -	178 667 -
Número de Flores (95% IC)	17.2 5.8 – 28.7	8.5 0.3 – 16.7	4.8 1.8 – 7.8	12.4 2.6 – 27.3	- -	- -	- -

A análise polínica de 13 células de cria mostrou que as fêmeas de *P. plumata* coletaram pólen em seis espécies de Malvaceae, *Pavonia cancellata*, *P. varians*, *P. humifusa*, *Sida galheirensis*, *S. sidifolia* e *Herissantia crispa*. Em todos os ninhos foram encontrados grãos de pólen de duas a três espécies de *Pavonia*. Em sete ninhos esse gênero representou entre 73% a 100% da massa polínica. No entanto, em seis ninhos, além de *Pavonia*, o aprovisionamento larval foi constituído por grãos de pólen de *Sida galheirensis*, *S. sidifolia* ou *Herissantia crispa* (Malvaceae). Seis tipos polínicos não foram determinados e incluídos em outros tipos polínicos.

Discussão

Análise quantitativa e qualitativa de pólen na dieta larval de *Ptilothrix plumata* mostrou que as fêmeas alimentaram suas larvas quase que exclusivamente com o pólen das Malvaceae. O pequeno número de grãos de pólen de outras famílias de plantas, provavelmente por causa da contaminação, como grãos de presentes no néctar, flores polinizadas pelo vento e à manipulação em laboratório (CANE; SIPES 2006). A análise quantitativa de cinco de células do alimento larval mostrou que o conteúdo total de pólen era de 40-50 flores de Malvaceae. Mais da metade dos grãos de pólen foi proveniente de três espécies de *Pavonia*. Esse valor corresponde aos resultados encontrados por Müller et al. (2006), que mostraram que muitas abelhas solitárias requerem grãos de pólen equivalente a mais de 30 flores para alimentar uma larva. Muitas flores, no entanto, são visitadas para recolher essa quantidade de pólen, porque as fêmeas, em geral, coletam apenas uma parte da massa total de pólen de uma flor durante uma visita e muitas vezes chegam às flores que foram visitadas anteriormente por outras abelhas.

No Parque Nacional do Catimbau, espécies de Malvaceae foram abundantes e as fêmeas de *Ptilothrix plumata* também diversificaram a dieta larval. Contudo, o pólen de *Pavonia* predominou na composição do alimento larvar. Ao considerar o volume dos grãos de pólen, *Pavonia* contribuiu com mais de 90% da massa de pólen em células de cria concluídas. Também em oito células de cria, cujo alimento larval foi parcialmente consumido, as proporções de pólen de *Pavonia* em relação ao pólen de outras espécies de Malvaceae e outras famílias foram semelhantes aos das cinco células de cria completas. Considerando-se a quantidade média total de pólen dessas células (178 mil grãos de pólen), também para as oito células de cria com pólen parcialmente consumido, a quantidade média de pólen em uma célula de cria

corresponde cerca de 46 flores de três espécies de *Pavonia* (8,6 flores de *P. cancellata*, 19,3 de *P. varians* e 18,4 de *P. humifusa*).

A composição da dieta de pólen de todas as células de cria demonstrou que as fêmeas de *Ptilothrix plumata* discriminaram flores de Malvaceae de outras famílias. Entre as Malvaceae, o pólen de *Herissantia crispa* e *Sida galheirensis* foi muito comum no Parque Nacional do Catimbau, embora menos frequentes nas células de cria (presença de duas e cinco células, respectivamente) do que *P. cancellata* e *P. humifusa* (presença de ambos em 12 células), que foram muito menos abundantes do que *H. crispa* e *S. galheirensis*. Essas diferenças podem ser resultados: a) da variação individual entre as fêmeas, b) de adaptações morfológicas ao tamanho de pólen grandes ou c) da competição.

Grãos de pólen muito grandes como os de *Pavonia*, com um diâmetro de 150 μm são mais raros em angiospermas (ERDTMAN, 1952; ROUBIK; MORENO, 1991). As fêmeas de *Ptilothrix plumata* possuem uma escopa adaptada para o transporte de grãos de grandes dimensões. Ao contrário, a maioria das abelhas não é capaz de recolher ou transportar grãos de pólen grandes. Abelhas poliléticas, como *Apis mellifera*, por exemplo, descartam grãos de pólen muito grandes que aderem à sua superfície corporal, como os de *Opuntia* (Cactaceae) (MARTINS et al., 2003; SCHLINDWEIN; WITTMANN, 1997) e algodão (*Gossypium*, Malvaceae).

Nas flores de *Pavonia cancellata*, *P. humifusa* e *P. varians*, o visitante floral mais frequente foi *Ptilothrix plumata* e somente visitas esporádicas realizadas por poucas abelhas foram registradas. Para espécies melitófilas de Malvaceae presentes no Parque Nacional do Catimbau, abelhas de diversas espécies foram comuns, incluindo três abelhas solitárias: *Sarocolletes fulva* (Colletidae, Paracolletinae), *Perditomorpha* sp. e *Diadasina* sp. (ainda não descritas). As fêmeas das três espécies não visitaram as flores de *Pavonia*.

Conclusão

O estudo dos hábitos de nidificação de abelhas solitárias e das análises polínicas de células são ferramentas importantes para compreensão da biologia e o nicho trófico desses polinizadores. Análise polínica de células, também é uma abordagem útil para avaliar a capacidade de suporte do ambiente para a manutenção de polinizadores nativos, bem como na implementação de projetos de preservação.

Agradecimentos

Agradecemos pela identificação taxonômica das abelhas ao Dr. Fernando Zanella (UFPB) e Msc. Maria Olívia de Oliveira Cano (Herbário IPA – Dárdano de Andrade Lima) pela identificação das plantas. Ao Sr. Francisco Araújo pela licença concedida para trabalhar no Parque Nacional do Catimbau – IBAMA. Aos integrantes do Laboratório Plebeia - Ecologia de Abelhas e da Polinização da UFPE pelo auxílio e discussões do trabalho. À Fundação O Boticário e ao Programa Pesquisa em Biodiversidade do Semiárido (PPBIO) pelo apoio financeiro. À Capes e ao CNPq pela concessão de bolsas aos autores.

Referências

CANE J. H.; SIPES S. Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. In: WASER, N. M.: OLLERTON J. (Ed.). **Plant-pollinator interactions:** from specialization to generalization. Chicago: The University of Chicago, 2006. p. 99-122.

ERDTMAN G. **Pollen morphology and plant taxonomy**: angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1952. 539 p.

LOUVEAUX J.; MAURIZIO A.; VORWOHL, G. Methods of melissopalynology. **Bee World,** Bucks, v. 59, p. 139-157, 1978.

MARTINS C. F.; ZANELLA F. C. V.; SCHLINDWEIN C.; CAMAROTTI M. F.; MELO R. R. Diagnóstico dos polinizadores do algodoeiro. In: OLIVEIRA P. E.; GAGLIANONE M. C.; GRIBEL, R. (Ed.). **Uso sustentável e restauração da diversidade de polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: GEF, 2003.

MINCKLEY, R. L.: ROULSTON, T. H. Incidental mutualisms and pollen specialization among bees. In: WASER, N. M.; OLLERTON, J. (Ed.). **Plant-pollinator interactions**: from specialization to generalization. Chicago: The University of Chicago, 2006. p. 69-98.

MÜLLER A.; DIENER S.; SCHNYDER S.; STUTZ K.; SEDIVY C.; DORN, S. Quantitative pollen requirements of solitary bees: implications for bee conservation and the evolution of bee-flower relationships. **Biological Conservation,** Essex, v. 130, p. 604-615, 2006.

ROUBIK, D. W.; MORENO, J. E. **Pollen and Spores of Barro Colorado Island**. Missouri: Botanical Garden, 1991. 268 p.

SCHLINDWEIN, C. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment: Ecology and Systematics**, Lisse, v. 33, p. 46-59, 1998.

SCHLINDWEIN, C.; MARTINS, C. F. Competition between the oligolectic bee *Ptilothrix plumata* (Anthophoridae) and the flower closing beetle *Pristimerus calcaratus* (Curculionidae) for floral resources of *Pavonia cancellata* (Malvaceae). **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 224, p. 183-194, 2000.

SCHLINDWEIN C.; MARTINS C. F. Nest construction and brood cell provisioning in the ground nesting bee *Ptilothrix plumata* (Apidae, Emphorini). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL, 8.; BEES ENCONTRO SOBRE ABELHAS. 6., 2004, Ribeirão Preto. **Proceedings**... Ribeirão Preto: FUNPEC, 2004. p. 86-92.

SCHLINDWEIN, C.; WITTMANN, D. Stamen movements in flowers of *Opuntia* (Cactaceae) favour oligolectic bee pollinators. **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 204, 179-193, 1997.

SCHLINDWEIN C.; WITTMANN D.; MARTINS C. F.; HAMM A.; SIQUEIRA J. A.; SCHIFFLER D.; MACHADO I. C. Pollination of *Campanula rapunculus* L. (Campanulaceae): How much pollen flows into pollination and into reproduction of oligolectic pollinators? **Plant Systematics and Evolution**, New York, v. 250, p. 147-156, 2005.

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

SOCIEDADE NORDESTINA DE ECOLOGIA. **Projeto técnico para criação do Parque Nacional do Catimbau, PE.** Recife, 2002. 151 p.

Risco Sobre Polinizadores e Perspectivas de Sua Utilização em Polinização

Efeito do Nim (*Azadirachta indica*) para as Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera*)

José Everton Alves[1]; Breno Magalhães Freitas[2]

Resumo

O nim (*Azadirachta indica*) é uma espécie de origem asiática que vem sendo amplamente disseminada no Brasil. Entretanto, suas características fungicida, moluscocida, acaricida, nematicida e principalmente inseticida está inquietando pesquisadores a respeito dos possíveis efeitos letais e ou subletais que essa espécie poderia causar nos insetos que compõem o grupo de agentes polinizadores mais importantes do planeta. Pesquisas foram então realizadas visando investigar as consequências apresentadas pelas colônias de *Apis mellifera* perante plantios de nim em florescimento. Em apiários implantados na Caatinga (Sobral, CE) e na Mata Litorânea (Horizonte, CE), próximos e distantes de plantios de nim, foi investigada a evolução da área de crias durante o período de florescimento do nim e a mortalidade das crias de operárias postas em áreas demarcadas nas colmeias. As colônias próximas ao plantio de nim apresentaram, em média, uma maior área de crias do que as colônias de locais com ausência de *A. indica*, indicando que o nim colabora com o estímulo à postura da rainha. A mortalidade das crias nos dois ambientes (Caatinga e Mata Litorânea) onde havia a presença de nim foi significativamente maior do que nos ambiente com ausência de *A. indica*. Esses dados indicam que *A. indica* foi a espécie responsável pela maior mortalidade das crias de operárias. Entretanto, apesar da relativa toxicidade do nim, a presença dessa espécie nos biomas estudados colaborou positivamente para o desenvolvimento das

[1]Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Zootecnia, professor da Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA), Sobral, CE, professoreverton@msn.com
[2]Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Abelhas e Polinização, professor da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, freitas@ufc.br

colônias, já que estimulou o incremento na postura da rainha de tal forma que promoveu um saldo positivo na população de crias das colônias estudadas.

Palavras-chave: mortalidade larval, toxicidade, planta apícola, pólen tóxico, apicultura.

Efect of Neem (*Azadirachta indica*) for Africanized Honeybees (*Apis mellifera*)

Abstract

The neem (*Azadirachta indica*) is a species of Asian origin that has been widely disseminated in Brazil. However, its characteristics fungicide, molluscacide, acaricide, nematicide and mainly insecticide is leaving a concern among researchers about the possible lethal and sub-lethal effects that this species could cause the insects, that make up the group of the most important pollinators of the planet. Searches were then performed to investigate the consequences provided by colonies of *Apis mellifera* before planting of neem in bloom. In apiaries installed in Caatinga (Sobral, CE) and coastal forest (Horizonte, CE), near and far from plantations of neem, we investigated the evolution of brood area during the flowering of neem and mortality of worker offspring put in demarcated areas in the hives. Colonies near the plantation of neem showed, on average, a larger area than the offspring of colonies of sites with no *A. indica*, indicating that neem collaborates with the stimulus to the position of queen. The offspring mortality in the two environments (Caatinga and Coastal Forest) where there was the presence of neem was significantly higher than in the environment with the absence of *A. indica*. These data indicate that the specie *A. indica* was responsible for greater mortality of worker brood. However, despite the relative toxicity of neem, the presence of this species in the biomes studied contributed positively to the development of colonies, since stimulated the increase in the posture of the queen in such a way that promoted a positive balance in the population of offspring of the colonies studied.

Keywords: larval mortality, toxicity, bee plant, toxic pollen, beekeeping.

Introdução

O nim indiano ou simplesmente nim (*Azadirachta indica* A. Juss.: Meliaceae) é uma espécie de origem asiática que vem sendo largamente utilizada no Brasil com o objetivo principal de sombra, já que permanece verde por todo o ano, mas que vem paulatinamente sendo introduzida em larga escala em propriedades rurais visando a produção de madeira, pois tem crescimento rápido e produz madeira de excelente qualidade. Entretanto, o principal motivo de sua introdução no Brasil foi o objetivo de estudar os seus princípios tóxicos que lhes dão o caráter fungicida (HIROSE et al., 2001), moluscocida (EBENSO, 2004), acaricida (ABDEL; ZAYED, 2002), nematicida (DEVAKUMAR et al., 1985) e inseticida (SCHMUTTERER; SINGH, 1995). Essas características elevam *A. indica* à condição de espécie fornecedora de insumos para auxiliar na obtenção de produtos orgânicos.

A introdução dessa espécie foi, de tal forma, tão acelerada que proporcionou certa inquietação na população a respeito dos possíveis danos ambientais por causa dos efeitos letais e/ou subletais que essa espécie poderia causar nos insetos. Essa preocupação tem uma razão que é o fato dos insetos serem o grupo de agentes polinizadores mais importantes do planeta. Deve-se considerar, ainda, que dentre os insetos, a *Apis mellifera* se destaca por ser a espécie mais intensivamente criada no mundo, sendo um agente polinizador de grande potencial nas áreas cultivadas e de mata nativa dos diferentes biomas brasileiros, além de proporcionar renda através da produção de produtos apícolas, principalmente o mel.

Com isso, permanecem até hoje dúvidas a respeito da qualidade do mel produzido nos apiários comerciais em áreas com nim em florescimento, mas foram elucidadas as questões referentes à intensidade de mortalidade que as flores de nim poderiam causar nas abelhas africanizadas.

Aspectos de toxicidade do nim

Os princípios ativos do nim que se destacam são a azadiractina, meliacina, gedunina, salanina, nimbina e valassina. A semente também contém o ácido 5-metil-2-butanoico, responsável pelo odor distinguível do óleo (SCHMUTTERER, 1990).

Um dos principais problemas do uso do nim é a durabilidade da azadiractina. Em condições de campo, a atividade da azadiractina é reduzida rapidamente permanecendo no máximo 8 dias. Essa degradação é causada pela ação da luz ultravioleta, queda no pH e por chuvas (CABONI et al., 2002; SCHMUTTERER, 1990).

Os produtos à base de nim são conhecidos pela sua eficiência e baixa toxicidade ao homem e ao meio ambiente. Várias formulações foram testadas e não apresentaram efeitos tóxicos em mamíferos (GOVINDACHARI et al., 2000; SCHMUTTERER, 1990). Portanto, a rápida degradação da azadiractina e a baixa toxicidade dos produtos à base de nim para os mamíferos reduzem consideravelmente a preocupação quanto às possíveis contaminações do mel.

Entretanto, a seguir pode-se verificar que a toxicidade do nim parece afetar os insetos. Produtos originados a partir do nim podem perturbar a ecdise dos insetos ou até mesmo impedi-la. Por essa razão, as formas jovens são mais afetadas pelos produtos à base de nim (UNAL; UKKUZU, 2010). Esses princípios ativos podem ainda causar distúrbios no metabolismo dos insetos promovendo esterilidade em fêmeas e mudanças degenerativas em testículos (KRAUSS et al., 1987 citado por KABEH; JALINGO, 2007).

Rembold et al. (1982) mostraram que larvas de *A. mellifera* em terceiro instar larval, quando tratadas topicamente com extrato de sementes de nim, sofreram irregularidades no desenvolvimento com malformações e grande mortalidade das crias.

Duas pequenas colônias de *A. mellifera* pulverizadas com extrato de sementes de nim apresentaram algum tipo de toxidade em pupas que estavam prontas para o nascimento. Já as abelhas campeiras não foram repelidas de flores tratadas com os extratos e não mostraram nenhum sintoma ou comportamento atípico em suas visitas florais (SCHMUTTERER; HOLST, 1987).

O poder de matar insetos através do contato foi encontrado por Ladurner et al. (2005) que mostraram que as operárias de *A. mellifera* que entraram em contato com o óleo de nim tiveram reduzida sobrevivência. Nesse mesmo experimento os autores recomendaram que o óleo de nim não seja aplicado enquanto as abelhas estejam visitando efetivamente a área tratada.

Outro inseticida à base de nim também afetou as operárias das abelhas intoxicando-as após a aplicação do produto por contato direto (SCHMUTTERER, 1990).

A aplicação do óleo emulsificante Neem EC em larvas de *A. mellifera* afetou a sobrevivência dos indivíduos que se encontravam no primeiro e quarto instar larval. Dessa forma, os autores afirmam que as larvas das abelhas melíferas são susceptíveis aos efeitos do Neem EC (NAUMANN; ISMAN, 1996).

A forma de apresentação do inseticida pode, ainda, causar diferentes efeitos nos insetos (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Com a aplicação de duas formulações de inseticidas contendo substâncias de nim com 1% de azadiractina em plantas de canola (*Brassica napus*), verificou-se que a formulação granulada de NeemAzal não causou mortalidade de abelhas adultas e nem prejudicou a atividade de forrageamento ou o desenvolvimento das crias de *A. mellifera*. Porém, foi verificado que a emulsão concentrada de NeemAzal T/S causou alguma redução na atividade de forrageamento e no desenvolvimento das crias. Dessa forma, o emulsificante de NeemAzal T/S pode ser aplicado somente durante períodos de baixa ou nenhuma atividade das abelhas (SHAWKI et al., 2005).

Quando aplicados diretamente nas células com larvas de *A. mellifera,* os inseticidas produzidos a partir de *A. indica* mostram resultados de elevada DL50, sendo, inclusive, maior do que os observados para outros insetos. Entretanto, colônias distribuídas em culturas que foram pulverizadas com o inseticida à base de nim, não foram contaminadas por esse inseticida via pólen ou néctar (NAUMANN; ISMAN, 1996).

Além do efeito inseticida, a azadiractina também agiu repelindo as operárias de *A. mellifera* que receberam como alimento um xarope de glicose contendo menos que 0,01 mg/mL desse limonoide na solução (MELATHOPOULOS et al., 2000).

Apesar de vários trabalhos demonstrarem a toxicidade de inseticidas à base de nim para as abelhas *A. mellifera*, há ainda autores que afirmam que a azadiractina é um inseticida botânico que não apresenta efeito de toxicidade aguda para abelhas (AKCA et al., 2009).

Trabalhos mostraram que o nim pode ser usado também em benefício da apicultura. Vários estudos buscam alternativas para o combate a pragas das abelhas melíferas como a traça-da-cera (*Galleria mellonella*), ácaros e doenças das crias.

Estudos do efeito dos extratos aquosos de sementes de nim para o controle da traça-da-cera mostrou que todas as concentrações testadas afetaram a população desse lepidóptero. Porém, o extrato deve apresentar uma concentração entre 3% e 4%, já que em concentrações acima dessas, as abelhas passam a não mais aceitar os favos tratados (IZHAR-UL-HAQ et al., 2008).

Os ácaros-de-traqueia (*Acarapis woodii*) que parasitam *A. mellifera* também foram controlados no Canadá usando-se extrato de nim. Também mostrou um efeito positivo do Margosan-O no combate à nosemose em níveis baixos, à cria pútrida (*Ascosphaera apis*) e possivelmente aos ácaros do gênero *Varroa* (LIU, 1995a, 1995b).

No combate ao ácaro *Varroa destructor,* o extrato de sementes de nim não apresentou efeito tóxico agudo nesses ácaros ou nas abelhas *A. mellifera*, mas apresentou um efeito repelente que interferiu na capacidade das fêmeas de *V. destructor* de localizarem as pupas de abelhas para se alimentarem (GÓMEZ et al., 2006). O nim também foi estudado com o objetivo de combater o ácaro *V. jacobsoni*. Foi observado que a fecundidade das fêmeas, assim como a taxa de eclosão dos ovos, foram afetadas pelo extrato de sementes de nim (PENG et al., 2000). Entretanto, esses autores afirmaram que os ácaros não foram os únicos a serem afetados, pois observaram uma grande sensibilidade das larvas de operárias à azadiractina, sendo elas mais sensíveis do que os indivíduos adultos.

Freitas e Pinheiro (2010) relatam uma série de efeitos subletais em *A. mellifera* como consequência da utilização da azadiractina em cultivos agrícolas. Esses autores advertem para o uso crescente da substância pelos agricultores que acreditam ser um produto natural com grande margem de segurança para aplicações no campo. Neumann et al. (1994) também detectaram efeito repelente da azadiractina em *A. mellifera* e vários autores relataram problemas como reduzida emergência de adultos, mortalidade larval e malformações nas asas de abelhas recém-emergidas poucos dias após a aplicação para alguns níveis de doses de azadiractina (MORDUE; BLACKWELL, 1993; NAUMANN; ISMAN, 1996; REMBOLD et al., 1980 citados por SCHENK et al., 2001).

Melathopoulos et al. (2000) mostraram que a azadiractina, quando aplicada no campo a intervalos de 6 dias, leva a uma considerável redução na área de crias e causa grande mortalidade de rainhas nas colônias, mas o mesmo não ocorre em condições de laboratório.

O valor apícola de *A. indica* e seus efeitos sobre *A. mellifera* em condições de campo e de laboratório foi mostrado por Alves (2010) que implantou colônias nos biomas Caatinga (Sobral, CE) e Mata Litorânea (Horizonte, CE) nas seguintes situações: Caatinga com a presença de nim (CCN); Caatinga sem nim (CSN); Mata Litorânea com nim (MLCN) e Mata Litorânea sem nim (MLSN). Nesse trabalho, o autor investigou a influência de *A. indica* na evolução da área de crias durante o período de florescimento do nim nos mesmos biomas, bem como a mortalidade das larvas nas colônias. Foi investigada, ainda, a toxicidade do pólen de *A. indica* para larvas e para indivíduos adultos de *A. mellifera* em condições de laboratório.

Os resultados mostraram que as áreas de crias das colônias próximas ao plantio de nim apresentaram, em média, uma maior área de crias do que as colônias de locais com ausência de *A. indica*. Este padrão foi o mesmo nos dois biomas estudados levando-nos a sugerir que o nim seja o responsável pelo estímulo à postura da rainha.

A presença de *A. indica* foi favorável nos dois biomas estudados. Na situação de CCN, o nim porporcionou um aporte alimentar para as colônias estudadas de forma que houve aumento da população e redução da necessidade de alimentação artificial. Já nas condições de MLCN, as colônias tiveram um incremento na população de indivíduos adultos e de crias fortificando os enxames e ajudando-os a enfrentarem os problemas causados pela ocorrência de cria ensacada brasileira (CEB) no local. A CEB é causada pelo pólen tóxico do barbatimão, nome vulgar dado a espécies do gênero *Stryphnodendron* (CARVALHO, 1998; CASTAGNINO, 2002) apesar de ser discordado por outros autores (PACHECO et al., 2009). Alves (2010) registrou a ocorrência de *Stryphnodendron coriaceum* em florescimento e da CEB na região litorânea do Estado do Ceará, no final da época de florescimento de *A. indica*. As colônias que estavam nas condições de MLCN ficaram com maior população e enfrentaram satisfatoriamente a CEB, possivelmente pelo estado populacional dos enxames (ALVES, 2010).

A toxicidade do nim sob larvas de operárias de *A. mellifera* foi testada acompanhando-se o desenvolvimento de crias de operárias postas em áreas com 100 alvéolos (ALVES, 2010). Foram analisadas as crias de colônias nas mesmas situações acima: CCN; CSN; MLCN e MLSN. A mortalidade das crias onde havia nim em florescimento (CCN e MLCN) foi significativamente maior do que nos ambientes sem nim (CSN e MLSN). Esses dados indicam que *A. indica* foi a espécie responsável pela maior mortalidade das crias de operárias. Entretanto, deve-se considerar

que a mortalidade registrada nas quatro situações estudadas estava dentro de um padrão aceitável conforme sugestão de Sakagami e Fukuda (1968).

Nos estudos de toxicidade alimentando larvas em condições de laboratório com pólen de nim, verificou-se que quanto maior a participação do pólen de *A. indica* na dieta das larvas, maior é a mortalidade no período larval e que larvas alimentadas com alimento larval e pólen exclusivamente de nim tiveram uma mortalidade de 100% (ALVES, 2010).

Abelhas criadas em gaiolas em condições de laboratórios alimentando-se exclusivamente dos recursos de flores de nim foram as que obtiveram menor tempo médio para mortalidade. Com isso, verificou-se que as flores de *A. indica* são altamente tóxicas para as operárias de *A. mellifera* quando são fontes exclusivas de alimento, o que provavelmente nunca irá existir na natureza. Na presença de outras fontes de alimento, as flores de nim não apresentaram efeito nocivo sob essas abelhas. Também não foi registrada repelência das flores para *A. mellifera* (ALVES, 2010).

Diante do exposto, o que se verifica é mais uma prova da necessidade de conservação da biodiversidade nos biomas de forma que propicie o fornecimento de alimento de fontes diversificadas para as abelhas e para as demais espécies de insetos.

Considerações Finais

O nim, apesar da confirmação de suas propriedades inseticidas e de promover um incremento na mortalidade das crias nas colônias de *A. mellifera*, é considerada uma planta benéfica para a apicultura, pois promoveu um aumento na postura da rainha de tal forma que gerou um saldo positivo na quantidade de crias das colônias. Nas condições do Bioma Caatinga, o nim apresentou uma grande importância já que é uma das poucas espécies apícolas nos meses de setembro a novembro e que as demais espécies em florescimento são suficientes para gerar uma variedade de alimento suficiente para não causar grande mortalidade de crias. Apesar dessa conclusão, devemos ressaltar que há ainda a necessidade de mais pesquisas que investiguem vários outros questionamentos.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Ceará e à Universidade Estadual Vale do Acaraú que tornaram possível a coleta de vários dos dados apresentados e ao Instituto Agropolos do Ceará pelas condições de trabalho.

Referências

ABDEL, S. S.; ZAYED, A. A. *In vitro* acaricidal effect of plant extract of neem seed oil (*Azadirachta indica*) on egg, immature, and adult stages of *Hyalomma anatolicum excavatum* (Ixodoidea: Ixodidae) **Veterinary Parasitology,** Netherlands*,* v. 106, p. 89-96, 2002.

AKCA, I.; TUNCER, C.; GÜLER, A.; SARUHAN, I. Residual toxicity of 8 different insectides on honey bee (*Apis mellifera* Hymenoptera: Apidae). **Journal of Animal and Veterinary Advances,** v. 8. n. 3. p. 436–440, 2009. Disponível em :<http:// medwelljournals.com/fulltext/ java/ 2009/436-440.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2010.

ALVES, J. E. **Toxicidade do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.: Meliaceae) para *Apis mellifera* e sua importância apícola na Caatinga e mata litorânea cearense.** 2010. 138f . Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,

CABONI, P.; CABRAS, M.; ANGIONI, A.; RUSSO, M.; CABRAS, P. Persistence of azadirachtion residues on olives after treatment. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 50, n. 12, p. 3.491-3.494, 2002.

CARVALHO, A. C. P. **Pólen de *Stryphnodendron polyphillum* como agente causador da cria ensacada brasileira em *Apis mellifera* L.** 1998. 60 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CASTAGNINO, G. L. B. de. **Efeito do fornecimento de substituto de pólen na redução da mortalidade de *Apis mellifera* L., causada pela cria ensacada brasileira.** 2002. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DEVAKUMAR, C.; GOSWAMI, B. K.; MUKERIJEE, S. K. Nematicidal Principles from neem. I. Screening of neem kerne fractions against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Cristwood. **Indian Journal of Nematology**, New Delhi, v. 15, n. 1, p. 121–124, 1985.

EBENSO, I. E. Molluscicidal effects of neem (*Azadirachta indica*) extracts on edible tropical land snails. **Pest Management Science,** Sussex **,** v. 60, n. 2, p.178-182, fev. 2004.

FREITAS, B. M. **Potencial da caatinga para produção de pólen e néctar para exploração apícola.** 1991. 92 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 282-298, 2010.

GÓMEZ, R. G.; COLINA, G. O.; JIMÉNEZ, J. A. V.; AMARO, J. A. P.; HENÁNDEZ, R. M. S. Toxicidad y repelencia de *Azadirachta indica* contra *Varroa destructor* (Acari:Verroidae). **Agrociência**, Texcoco, v. 40, n. 6, p. 741-751, 2006.

GOVINDACHARI, T. R.; SURESH, G.; GEETHA-GOPALAKRISHNAN; WESLEY, S. D. Insect antifeedant and growth regulating activities of neem seed oil. **Journal of Applied Entomology**, Goettingen, v. 124, p. 287-291, 2000.

HIROSE, E.; NEVES, P. M. O. J.; ZEQUI, J. A. C.; MARTINS, L. H.; PERALTA, C. H.; MOINO, J. A. Effect of biofertilizers and neem oil on the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 419-423, 2001.

IZHAR-UL-HAQ, M.; SALEEM, M.; AHMED, S. Effect of neem *(Azadirachta indica A.Juss*) seed extracts against greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) larvae. **Pakistan Entomologist Journal**, Faisalabad, v. 30, n. 2, p. 137-140. 2008.

KABEH, J. D.; JALINGO, M. G. D. S. S. Exploiting Neem (*Azadirachta indica*) Resources for Improving the Quality of Life in Taraba State, Nigeria. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 9, n. 3, p. 530-532, 2007.

LADURNER, E.; BOSCH, J.; KEMP, W. P.; MAINI, S. Assessing delayed and acute toxicity of five formulated fungicides to *Osmia lignaria* Say and *Apis mellifera*. **Apidologie**, Paris, v. 36, p. 449–460, 2005.

LIU, T. P. A possible control of chalkbrood and nosema diseases of the honeybee with neem. **Canadian Beekeeping**, Beaverlogde, v. 18, n. 5, p. 107-109, 1995a.

LIU, T. P. Controlling tracheal mites in colonies of honeybee with neem (Margosan-O) and flumethrin (Bayvarol). **American Bee Journal**, Hamilton, v. 135, p. 562-566, 1995b.

MELATHOPOULOS, A. P.; WINSTON, M. L.; WHITTINGTON, R.; SMITH, T.; LINDBERG, C.; MUKAI, A.; MOORE, M. Comparative laboratory toxicity of neem pesticides to honey bees (Hymenoptera: Apidae), their mite parasites *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari: tarsonemidae), and brood pathogens *Paenibacillus larvae* and *Ascophaera apis*. **Journal of Economic Entomology**, Baltimore, v. 93, n. 2, p. 199-209, 2000.

NAUMANN, K.; CURRIE, R. W.; ISMAN, M. B. Evaluation of the repellent effects of a neem insecticide on foraging honeybees and other pollinators. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 126, n. 2. p. 225-230, 1994.

NAUMANN, K.; ISMAN, M. B. Toxicity of a neem (*Azadirachta indica* A. Juss) insecticide to larval honeybees. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 136, n. 7, p. 518-520, 1996.

PACHECO, M. R.; BARTH, O. M.; LORENZON, M. C. Tipos polínicos encontrados em colônias de abelhas africanizadas sujeitas à doença cria ensacada brasileira. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 7, p. 2.141–2.145, 2009.

PENG, C. Y. S.; TRINH, S.; LOPEZ, J. E.; MUSSEN, E. C.; HUNG, A.; CHUANG, R. The effects of azadirachtin on the parasitic mite, *Varroa jacobsoni* and its host honey bee (*Apis mellifera*), **Journal Apicultural Research,** Cardiff, v. 39, n. 3/4, p.159-168, 2000.

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossitemas brasileiros. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 266 - 281, 2010.

REMBOLD, H.; SHARMA, G. K.; CZOPPELT, C.; SCHMUTTERER, H. Azadirachtin: a potent insect growth regulator of plant origin. **Zeitschrift-fur-Angewandte-Entomologie**, Berlin, v. 93, p. 12-17, 1982.

SAKAGAMI, S. F.; FUKUDA, H. Life tables for worker honeybees**. Research Population Ecology**, Tokio, v. 10, n, 2, p. 127–139, 1968.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica.* **Annual Review of Entomology,** Palo Alto, v. 35, p. 271-298, 1990.

SCHMUTTERER, H.; HOLST, H. On the effects of the enriched and formulated neem seed kernel extract AZT-VR-K on *Apis mellifera* L. **Journal of Applied Entomology,** Hamburg, v. 103, p. 208-213, 1987.

SCHMUTTERER, H.; SINGH, R. P. List of Insects Susceptible to Neem Products. In: SCHMUTTERER, H. (Ed.).**The neem tree:** source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes.New York: Basel, 1995. p. 326-365.

SHAWKI, A-A.; TÁBORSKÝ, V.; KAMLER F.; KAZDA, J. Effect of Two NeemAzalTM Formulations on Honeybees under Semi-Field Conditions. **Plant Protection Science,** Praha, v. 41, n. 2, p. 63-72, 2005.

SHENK, P.; IMDORF, A.; FLURI, P.; **Effectes of neen oil on *Varroa* mites ond bees**. Bern: Bee Research Center, 2001.

UNAL, S.; UKKUZU, E. Larvaecidal effects of azadirachtin on the pine processionary moth. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 8, n. 19, p. 5128-5131, 2009. Disponível em: <http://www.acade micjournals.org/AJB>. Acesso em: 20 jan. 2010.

Riscos de Pesticidas sobre as Abelhas

Roberta Cornélio Ferreira Nocelli[1]; Thaisa Cristina Roat[2]; Elaine Cristina Mathias da Silva Zacarin[3]; Osmar Malaspina[4]

Resumo

As abelhas são os principais agentes polinizadores, tanto dos remanescentes de áreas nativas quanto das principais plantas cultivadas. As abelhas estão diretamente ligadas ao ecossistema onde ocorrem e são responsáveis por cerca de 40% a 90% da polinização de fanerógamas dependendo do ecossistema considerado, atuando na manutenção do fluxo gênico e diversidade genética vegetal. A polinização realizada pelas abelhas não é somente uma função crítica nos ecossistemas, mas também essencial a uma gama de culturas ao redor do mundo. Por causa da ocupação intensa do ambiente pelo homem e as consequências das atividades humanas, as abelhas são um grupo muito susceptível à perda de seus habitats, por exigirem uma grande área florestada e por estarem sujeitas à ação de agrotóxicos em áreas agrícolas próximas a seus habitats. Além de altas concentrações de agrotóxicos que ocasionam a morte das abelhas, baixas concentrações podem causar alterações comportamentais que afetam todo o funcionamento da colmeia e, consequentemente, seus serviços aos ecossistemas e às culturas agrícolas. Nos últimos anos, as análises dos efeitos subletais de pesticidas vêm ganhando destaque, pois se sabe que as consequências das doses letais para as abelhas – a morte – mas pouco se sabe sobre a exposição às baixas doses dos pesticidas aos indivíduos e à colônia como um todo. Atualmente existe uma orientação mundial para o desenvolvimento de estudos de determinação

[1]Bióloga, D.Sc. em Biologia Celular e Molecular, professora da Universidade Federal de São Carlos (UFSC), Araras, SP, roberta@cca.ufscar.br
[2]Bióloga, D.Sc. em Biologia Celular e Molecular, pós-doutoranda da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro, SP, thaisaroat@yahoo.com.br
[3]Bióloga, D.Sc. em Biologia Celular e Molecular, professora da Universidade Federal de São Carlos (UFSC), Sorocaba, SP, ecmsbio@yahoo.com.br
[4]Biólogo, D.Sc. em Zoologia, professor da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, SP, malaspin@rc.unesp.br

das doses subletais dos pesticidas, mas a proposta usa como modelo a abelha *Apis mellifera*, não havendo metodologias propostas para as abelhas nativas sem ferrão. Muitos estudos disponíveis trabalham a verificação das alterações comportamentais não levando em consideração as alterações morfofisiológicas das abelhas expostas aos contaminantes ambientais. O emprego de análises morfológicas de órgãos das abelhas associado à detecção de marcadores celulares são procedimentos importantes na avaliação de risco dos pesticidas, uma vez que podem revelar alterações que não são evidentes por parâmetros comportamentais. A análise das alterações morfológicas nos órgãos-alvo de abelhas associado à avaliação dos biomarcadores celulares de estresse e morte celular são de grande importância para o estudo ecotoxicológico de abelhas, principalmente quando os protocolos convencionais não são suficientes para responder os questionamentos sobre o efeito de dosagens subletais a longo prazo.

Palavras-chave: abelhas nativas, inseticidas, doses subletais.

Risks of Pesticides on Bees

Abstract

Bees are the main pollinators, both of the remaining wild areas as the main crops. Bees are directly linked to the ecosystem where they occur, and are responsible for about 40-90% of seagrass pollination depending on the ecosystem considered, working in the maintenance of gene flow and plant genetic diversity. Pollination performed by honeybees is not only a critical role in ecosystems, but also essential to a range of crops around the world. Due to the onslaught of the environment by man and the consequences of human activities, the bees are a group highly susceptible to loss of their habitats, by requiring a large forested area and they are subject to the action of pesticides in agricultural areas close to their habitats. In addition to high concentrations of pesticides leading to death of bees, low concentrations can cause behavioral changes that affect the overall operation of the hive, and consequently their services to ecosystems and agricultural crops. In recent years, the analysis of sublethal effects of pesticides has been gaining attention because everyone knows what the consequences of the lethal doses for the bees - death - but little is known about exposure to low doses of pesticides to individuals and the colony as a whole. Actually, there is a global orientation to the

development of studies for the determination of sublethal doses of pesticides, but this methods uses as a model bee *Apis mellifera*, with no proposed methodologies for the native stingless bees. Many studies available have work to verify the behavioral changes, but do not take into account changes in the morphophysiology of bees exposed to environmental contaminants. The use of morphological analysis of organs of bees, coupled with the detection of cellular markers, are important procedures in risk assessment of pesticides, since it can reveal changes that are not very evident. The analysis of morphological changes in target organs of bees, associated with the evaluation of biomarkers of cellular stress and cell death are of great importance to the ecotoxicological study of bees, especially when conventional protocols are not sufficient to answer the questions about the effect of sublethal doses in the long term.

Keywords: stingless bees, insecticides, sublethal doses, toxicity, pollination.

Introdução

A ordem Hymenoptera é a terceira maior em número de espécies da classe Insecta, da qual fazem parte formigas, vespas e abelhas. É a mais importante para a conservação de espécies vegetais e animais, por abrigar o maior número de polinizadores, que encontram no néctar e pólen sua principal fonte de alimento e energia (NOGUEIRA-NETO, 1997; SILVA, 2006).

A polinização é um dos principais mecanismos de manutenção da biodiversidade. É o primeiro passo no processo reprodutivo das plantas superiores, essencial para quase todos os sistemas produtivos terrestres. A maioria dos ecossistemas, incluindo os agroecossistemas, depende da diversidade de polinizadores para manter a biodiversidade global (FAO, 2010; KEVAN, 1999). As abelhas são os principais agentes polinizadores responsáveis por polinizar mais de 70% das angiospermas e cerca de um terço das culturas agrícolas. São os mais importantes polinizadores para a agricultura, que fornecem alimento para mais de 176 países (FAO, 2005; KEVAN, 1999).

No Brasil, além da espécie *Apis mellifera* africanizada, híbrido entre abelhas africanas e europeias, temos mais de 1.500 espécies de abelhas nativas, distribuídas em quase 300 gêneros (MALASPINA,

1979; SILVEIRA et al., 2002) que são responsáveis pela polinização de 30% a 90% da flora nativa, dependendo do ecossistema considerado (KERR et al., 2001).

Para os agroecossistemas, que são quase que totalmente dependentes da polinização pelas abelhas, essencial para a produção de alimentos com qualidade, essa polinização nunca foi devidamente valorizada por falta de conhecimento por parte dos agricultores e profissionais especializados que, não considerando os recursos naturais que as abelhas exigem, dificultam o estabelecimento do quanto a produção de alimentos é dependente desses polinizadores e quanto a conservação de recursos naturais compensa o serviço feito pelas abelhas (FAO, 2005, 2010).

O desaparecimento inexplicado de até 80% de colmeias na Europa e Estados Unidos desde 2006 preocupa por suas consequências ecológicas e econômicas e a polinização que até então era vista como um serviço gratuito prestado pelo ecossistema, começou a ser valorizada monetariamente, chegando ao valor de U$ 200 milhões por ano (FAO, 2005; FIORAVANTI, 2010; GUIMARÃES, 2010). De acordo com reportagem publicada pela revista *Veja,* em junho de 2010, atualmente os economistas avaliam os serviços de polinização em 540 milhões de dólares.

Apesar de tardia, a importância dos polinizadores ganhou destaque nas últimas décadas, sendo reconhecida pela *Convenção da Diversidade Biológica* (CDB). Em 2000, a *Conferência das Partes* (COP-5) aprovou a Iniciativa Internacionanal para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores que ficou sob a responsabilidade da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), orgão ligado à Organização das Nações Unidas (ONU) que propôs um plano de ação mundial para trabalhar a questão. Em 2002, durante a COP-6, foram aprovadas três propostas de trabalho, entre elas a Iniciativa Brasileira de Polinizadores, que até hoje está em andamento (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2007).

Todas essas ações têm como premissa, primeiramente, que a segurança alimentar global está ameaçada pelo declínio das abelhas manejadas e pela perda de polinizadores selvagens, no Brasil chamadas de abelhas indígenas sem ferrão e, segundo, que a agricultura sustentável requer o desenvolvimento de alternativas de polinizadores sem se restringir a *Apis*, melhorando o manejo de habitats para polinizadores selvagens e melhorando as práticas de manejo da agricultura em geral (ALLSOP et al., 2008).

No entanto, as abelhas nativas brasileiras também sofrem com as ações antrópicas. As abelhas vêm desaparecendo de áreas agrícolas por causa da introdução de espécies exóticas, grandes áreas de monocultura, desmatamento para agricultura e pastagem e, principalmente, fragmentação de habitats e uso excessivo ou incorreto de pesticidas (VIANA; SILVA, 2010).

Em 2008, o Brasil consumiu cerca de 730 milhões de toneladas de agrotóxicos, tornando-se o maior consumidor do planeta, superando o então líder mundial, os Estados Unidos. Do total de agrotóxicos consumidos no Brasil, cerca de 30% são inseticidas e, desses, aproximadamente 40% são considerados tóxicos para as abelhas (FREITAS; PINHEIRO, 2010; INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS, 2010).

Segundo Malaspina et al. (2008), os inseticidas podem afetar as abelhas principalmente por três modos de intoxicação: a) contato; b) ingestão e c) fumigação e, seus efeitos variam de morte causada por toxicidade aguda e efeitos a longo prazo provocando danos no funcionamento da colônia e diminuição da longevidade dos indivíduos.

Os primeiros estudos sobre toxicologia de inseticidas para abelhas datam da década de 1940 e tiveram início nos Estados Unidos e Europa. No Brasil, as primeiras pesquisas a respeito da toxicidade de inseticidas para abelhas aconteceram a partir de 1970 (MALASPINA, 1979). Por causa da importância econômica da *A. mellifera* africanizada, os estudos de toxicologia de inseticidas para abelhas realizados no Brasil tendem a focar essa espécie como modelo (cerca de 70%), sendo ainda escassos esses estudos com abelhas nativas.

O desaparecimento dos polinizadores dos agroecossistemas deve-se principalmente ao uso incorreto e excessivo de agrotóxicos, que coloca em risco colônias de abelhas de matas próximas que visitam esse local ou que polinizam áreas de cultivo, pois seus resíduos ficam nas flores e contaminam o néctar e o pólen. Preocupados com o desaparecimento de abelhas, Barnett et al. (2007) realizaram um levantamento a respeito do envenenamento das abelhas *A. mellifera* por inseticidas no Reino Unido entre 1989 e 2003 e constataram que esses foram causados, na maioria, por uso incorreto ou uso de produtos proibidos.

Antigamente, a intoxicação das abelhas por agrotóxicos era relacionada com a exposição letal, resultando em abelhas mortas próximas à colmeia. Hoje, a preocupação aumenta com os níveis de contaminação subletais que os inseticidas podem causar às abelhas, não levando à morte imediata, mas prejudicando seu comportamento,

desenvolvimento e capacidade de combater infecções, causando problemas crônicos provocados pela exposição em longo prazo. Redução da movimentação e da mobilidade, diminuição da capacidade de comunicação e de aprendizagem, dificuldades de retorno à colônia, no comportamento de forrageamento e na polinização foram observados em abelhas tratadas com doses subletais de inseticidas (BORTOLLI et al., 2003; DECOURTYE et al., 2005). A análise dos efeitos subletais a longo prazo é de grande importância para a melhor compreensão da biologia das abelhas e a sua adaptação em ecossistemas impactados e em agroecossistemas.

Métodos de Estudos dos Efeitos dos Pesticidas

No Brasil, muitas substâncias já foram comprovadas como sendo tóxicas para as abelhas. No entanto, como pode ser visto na Tabela 1, a grande maioria foi testada para *A. mellifera* africanizada, e apenas alguns deles foram testados de modo não padronizado para as abelhas nativas, com apenas seis espécies diferentes sendo testadas para poucos pesticidas cada.

Tabela 1. Relação dos pesticidas que tiveram sua toxicidade testada no Brasil para a abelha *Apis mellifera* e para abelhas nativas.

Inseticidas testados	Espécie	Inseticidas testados	Espécies
Abamectina	*Apis mellifera*	Abamectina*	*Melipona quadrifasciata*
Acefato		Acefato*	*Trigona spinipes*
Ácido bórico		Ácido bórico*	*Scaptortigona postica*
Bacillus thuringiensis (B.t.)		*Bacillus thuringiensis* (B.t.)*	*S. tubiba*
Bifenthrin		Carbaril	*T. spinipes*
Buprofezina		Cipermetrim	
Carbofenotion		Deltametrina*	*S. tubiba*
Cartap			*M. quadrifasciata*
Cihexatina		DDT*	*M. quadrifasciata*
Deltametrina			*S. postica*
DDT		Dicrotofós	*T. spinipes*
Enxofre		Dieldrin	
Espinosade		Espinosade*	*M. quadrifasciata*
Espirodiclofeno		Endusulfan	*T. spinipes*
Fipronil		Fenvalerate	
Flonicamide		Fipronil*	*S. postica*
Imidaclopride	*A. mellifera* africanizada		*Tetragonisca angustula*
Lindane			*T. fiebrigi*
Lufenurom		Heptacloro	*T. spinipes*
Malathion		Lindane*	
Metamidofós		Malatiom*	*S. tubiba*
Metidationa			*T. angustula*
Metil paration			*T. fiebrigi*
Piriproxifeno			*T. spinipes*
Propargito		Metamidofós*	*M. quadrifasciata*
Tebufenozida		Metomil	*T. spinipes*
Tetradifona		Neem	*T. angustula*
Tiamethoxan			*T. fiebrigi*
		Paration	*T. spinipes*
		Permetrim	
		Tiametoxam*	*T. angustula*
			T. fiebrigi
		Tricloform	*S. tubiba*

A preocupação com a crescente demanda por substâncias químicas nas culturas agrícolas, fez com que várias organizações ao redor do mundo se mobilizassem e procurassem criar metodologias padronizadas para o estudo dos efeitos dessas substâncias sobre as abelhas.

Atualmente, as avaliações de risco dos pesticidas são realizadas de acordo com as orientações publicadas pelo *Protocolo Internacional para Testes Químicos da Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico* (OECD, 1998). Nele constam orientações para os testes de toxicidade aguda por administração oral e por contato baseadas, principalmente, nas diretrizes da Organização Europeia e do Mediterrâneo para Proteção das Plantas (EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION COUNCIL OF EUROPE, 1993) e nas propostas elaboradas pela Comissão Internacional das Relações Abelha-Planta (ICPBR, 1993).

Os testes são realizados, inicialmente, para determinação da DL50, com operárias adultas que são expostas a diferentes doses da substância testada adicionada à alimentação (toxicidade oral) ou aplicadas diretamente ao tórax (toxicidade por contato). Os experimentos são conduzidos em estufas do tipo BOD, com temperatura e umidade controlados, de acordo com as condições apresentadas pelas colônias de cada espécie em estudo. As abelhas são acondicionadas em caixas de madeira ou em potes plásticos e são observadas diariamente (Figura 1).

Foto: Clara T. Lourenço.

Figura 1. Fotos mostrando as metodologias utilizadas para a intoxicação das abelhas. a) Aplicação tópica e b) através da alimentação. Em c e d pode-se ver duas estufas do tipo BOD com as caixas de madeira (c) e os potes plásticos (d) para manutenção dos indivíduos durante os experimentos.

A partir das metodologias propostas para *A. mellifera* também estão sendo realizados testes com espécies de abelhas sem ferrão (Tabela 2).

Tabela 2. Pesticidas que já tiveram suas DL50 determinadas ou que estão em determinação pelo grupo no Centro de Estudos de Insetos Sociais (CEIS) (UNESP) Rio Claro, SP, de acordo com as orientações da OECD (1998).

		Recém-emergida	Operária forrageira
Apis mellifera	Ingestão	Fipronil	
		Fipronil	Fipronil
	Contato	Imidaclopride	Tiametoxan
			Acetamipride
	Ingestão	Imidaclopride	Fipronil
Scaptotrigona postica			Ácido Bórico
	Contato	Imidaclopride	Fipronil
Melipona scutellaris	Ingestão	Fipronil	
	Contato	Fipronil	

Além dos efeitos de toxicidade aguda que podem levar as abelhas à morte, os pesticidas podem também provocar alterações comportamentais nos indivíduos que, ao longo do tempo, acarretarão sérios prejuízos na manutenção da colônia. Segundo Medrzychi et al. (2003), em algumas circunstâncias, o efeito dos inseticidas nas abelhas não pode ser notado imediatamente, sendo necessárias avaliações das doses subletais para que seja possível observar sua influência na sobrevivência e comportamento das mesmas.

Efeitos dos Inseticidas sobre o Comportamento das Abelhas

Em suas doses letais, a maioria dos inseticidas exerce seus efeitos tóxicos nos insetos através de alterações na fisiologia do sistema nervoso, levando à morte por hiperexcitação ou paralisação das atividades. Os agrotóxicos, além do efeito de toxicidade que leva à morte, em baixas concentrações causam efeitos subletais, originando alterações cognitivas que desencadearão prejuízos na manutenção da

colônia. Redução da movimentação e da mobilidade, diminuição da capacidade de comunicação e de aprendizagem, dificuldades de retorno à colônia, no comportamento de forrageamento e na polinização foram observados em abelhas tratadas com doses subletais de inseticidas (BORTOLLI et al., 2003; DECOURTYE et al., 2005).

Alterações comportamentais, avaliadas através de ensaios do reflexo de extensão da probóscide (REP) e de deslocamento (Figura 2), mostram como estes compostos podem afetar as atividades de forragemento e, consequentemente, o processo de polinização. O método REP visa reproduzir a interação entre abelha e planta. Quando a abelha forrageia e chega ao botão floral, ela instintivamente estende sua probóscide como reflexo dos receptores gustativos na antena, tarso ou outras partes que são estimuladas pelo néctar. Esse reflexo induz a abelha a coletar o néctar e memorizar o odor floral ali presente (DECOURTYE et al., 2005). Souza (2009), estudando os efeitos do fipronil, e Lambim et al. (2001), estudando o imidaclopride, dois inseticidas neonecotinoides, verificaram deficiências na aprendizagem e memória e dificuldades de locomoção. Utilizando o inseticida neurotóxico imidaclopride, Decourtye et al. (2004) verificaram que após 30 minutos de tratamento oral com doses subletais de imidaclopride, as abelhas apresentaram uma deficiência no aprendizado olfatório.

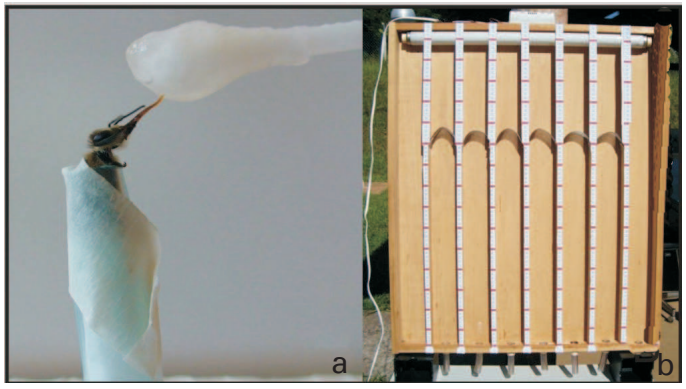


Foto: Andrigo Monroe Pereira.

Figura 2. Metodologias utilizadas para avaliar as alterações da memória e aprendizado após a exposição aos pesticidas. a) reflexo de extensão da probóscide. b) raias utilizadas para os testes de deslocamento.

Carvalho et al. (2009) observaram que adultas de *A. mellifera* em contato com inseticidas tiametoxam e metidationa, por via oral e tópica, demonstraram distúrbios de coordenação motora, incapacidade de voo e prostração após as primeiras horas; mortalidade de 99% das abelhas após 30 horas de contaminação por abamectina; e movimentos desordenados e trêmulos após 1 hora do contato com deltametrina.

Deficiências nos processos de memorização, aprendizagem, capacidade olfatória e orientação espacial, além de dificuldades de locomoção podem, dependendo do número de indivíduos afetados, ter um grande impacto sobre o funcionamento da colônia como um todo, pois o mesmo está baseado na capacidade de aprendizagem e orientação das abelhas campeiras que, por sua própria atividade externa, é o indivíduo mais exposto à contaminação.

Para poder provocar essas reações, os agrotóxicos ou seus metabólitos precisam penetrar no organismo das abelhas e afetar determinados mecanismos celulares; isso pode se refletir em alterações morfológicas e/ou fisiológicas, mediadas por alterações na presença, ausência ou quantidade de determinadas proteínas.

Efeitos dos Inseticidas sobre a Morfofisiologia das Abelhas

As moléculas utilizadas nas formulações dos pesticidas, e também seus metabólitos, são ingeridas e/ou absorvidas pelo organismo das abelhas e podem exercer seus efeitos em diversos órgãos, alterando os processos celulares normais, ativando os mecanismos de detoxificação celular e, em última instância, levar à morte da célula.

Estudos realizados por Cruz et al. (2009) com o intestino larval de abelhas *A. mellifera*, tratadas via administração oral com fipronil e ácido bórico, mostraram sinais de citotoxicidade, com vacuolização citoplasmática e compactação da cromatina, sinais de morte celular. Estudos realizados por Jesus et al. (2007) sobre os efeitos do ácido bórico no intestino de operárias de *A. mellifera* mostraram que, mesmo após 5 dias de processo de recuperação da intoxicação, o epitélio intestinal ainda mostrava sinais degenerativos, sugerindo que o tempo de recuperação foi insuficiente para reparar os danos causados. Em um organismo com ciclo de vida de aproximadamente 35 dias, um período de 5 dias ou mais para recuperação pode ser inviável.

Estudos realizados por Ferreira (2010) sobre os efeitos do fipronil e do ácido bórico sobre o corpo gorduroso e os túbulos de Malpighi de operárias de *Scaptotrigona postica* mostraram varias alterações, resultado da citotoxicidade desses compostos que podem comprometer a sobrevivência dos indivíduos.

Outro órgão que vem sendo objeto de estudo é o sistema nervoso, por ser o principal alvo dos inseticidas e também por seu papel nos principais processos relacionados à polinização, como o aprendizado e a memória. Estudos realizados por Soares (2009) com o inseticida imidaclopride e por Souza (2009) e Roat (2009) com o fipronil sobre o sistema nervoso de abelhas *A. mellifera* africanizadas mostraram que, mesmo não havendo alterações morfológicas aparentes, esses inseticidas, em doses subletais, alteram a funcionalidade das células nervosas, principalmente em áreas relacionadas ao aprendizado e à memória.

Um método eficiente para identificar alterações fisiológicas nas células é o uso de marcadores celulares que podem ser proteínas de desintoxicação celular, de estresse celular ou proteínas ligadas à respiração celular.

O mecanismo de desintoxicação metabólica enzimática é a principal via para a resistência do inseto aos xenobióticos como sugerido, por exemplo, em operárias de *A. mellifera* africanizada expostas aos inseticidas organofosfatos (ATTENCIA et al., 2005) e em operárias de *A. mellifera* europeias expostas aos inseticidas piretroides (JOHNSON et al., 2006). Ela acontece, principlamente, pela ação protetora da enzima glutationa S-transferase, uma enzima de detoxificação que apresenta maior expressão em abelhas forrageiras, justamente os indivíduos que realizam tarefas fora da colônia e, portanto, têm maior contato com substâncias químicas presentes no meio.

Além do processo de desintoxicação metabólica, a ativação das proteínas de estresse celular pode contribuir para a resistência das abelhas aos xenobióticos. Essas proteínas são conhecidas como HSPs (Heat Shock Proteins) e elas são evolutivamente conservadas desde bactérias até humanos (ASHBURNER, 1982). As HSPs são classificadas em quatro famílias com base em sua massa molecular: HSP 90 (90 kDa), HSP 70 (70 kDa), HSP 60 (60 kDa) e as pequenas HSPs (GARRIDO et al., 2001). Os membros dessas famílias de HSPs, quando expressos, desempenham um papel central na proteção e manutenção de várias funções celulares vitais. Expressão de HSP 70 e HSP 90 foi detectada em glândulas salivares de larvas de *A. mellifera* expostas aos pesticidas (SILVA-ZACARIN et al., 2006).

O processo de respiração celular reflete a atividade metabólica da célula. Nesse processo, muitas enzimas estão envolvidas, entre elas, a citocromo oxidase (CO), que participa do complexo IV da cadeia respiratória catalisando o último passo da mesma, o principal meio de produção de energia das células. Roat (2010) demostrou que abelhas *A. mellifera* africanizadas tratadas com doses subletais de fipronil apresentam uma maior atividade da cadeia respiratória através da marcação da CO, o que pode indicar reação à intoxicação causada pelo inseticida.

Alterações na fisiologia celular também indicam alterações no padrão de expressão gênica e, consequentemente, alteração qualitativas e/ou quantitativas das proteínas presentes nas células. Por isso, estudos das diferenças nos proteomas de células de abelhas expostas aos inseticidas em relação àquelas consideradas controle, podem nos mostrar mecanismos diferentes através dos quais as células estão reagindo à intoxicação.

Considerações Finais

É de extrema importância identificar o alcance dos agrotóxicos no ambiente e entender o impacto que os mesmos têm sobre a diversidade dos polinizadores e, consequentemente, sobre o processo de polinização.

O uso indiscriminado e irracional de agrotóxicos está submetendo os polinizadores a situações de estresse severo, que pode gerar prejuízos econômicos, fato evidenciado pela constante queda da densidade de abelhas nos arredores dos campos agrícolas em várias partes do mundo.

Recentemente, cientistas identificaram um fenômeno denominado *Colony Collapse Disorder* (CCD) nos Estados Unidos, onde apicultores chegaram a perder 90% de suas colmeias (ELLIS, 2007). A CCD é diagnosticada quando as abelhas operárias campeiras, encarregadas de coletar o néctar e o pólen nas flores, não retornam às colmeias. A CCD foi identificada, também, na Alemanha, Suíça e Península Ibérica. Contudo, as causas dessa alta mortalidade ainda não estão bem esclarecidas, sendo uma das hipóteses, a intoxicação das abelhas por agrotóxicos, cada vez mais utilizados na agricultura. No Brasil, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o desaparecimento das abelhas começa a ser motivo de preocupação, principalmente pela

mortalidade provocada pelos inseticidas. Entre 2008/2010 foi verificada a perda de aproximadamente 5 mil colmeias de abelhas africanizadas na região central do Estado de São Paulo (MALASPINA, 2010). Não estão nesses cálculos, as colônias de abelhas nativas.

Verificar o papel dos agrotóxicos sobre as abelhas, entender como os organismos reagem às doses subletais e identificar possíveis marcadores celulares que nos permitam perceber os danos no início do processo, pode trazer substanciais benefícios aos agroecossistemas. Entender o papel dos polinizadores como serviços ambientais dos ecossistemas, efetivo e necessário à produção agrícola mundial e, portanto, à segurança alimentar, é fator-chave na sustentabilidade das gerações futuras.

Referências

ALLSOP, M. H.; LANGE, W. J.; VELDTMAN, R. Valuing Insect pollination service with costs of replacement. **PLoS One**, San Francisco, v. 3, n. 9, p. 1-8, 2008.

ASHBURNER, M. The effects of heat shock and other stress on gene activity: an introduction. In: SCHLESINGER, M. J.; ASHBURNER, M.; TISSIÉRES, A. (Ed.). **Heat shock proteins: from bacteria to human.** New York: Spring Harbor Laboratory Press, 1982. p. 1-9.

ATTENCIA, V. M.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M. C. C.; TOLEDO, V. de A, A, de Esterase activity in *Apis mellifera* after exposure to organosphosphate insecticides (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, Chico, v. 45, n. 3, p. 587-595, 2005

BARNETT, E. A.; CHARLTON, E. J.; FLETCHER, M. R. Incidents of bee poisoning with pesticides in the United Kingdom, 1989-2003. **Pest Management Science**, Sussex, v. 63, 1.051–1.057, 2007.

BORTOLLI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MENDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of honey bees. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 56, n. 1, 63–67, 2003.

CARELLI, G. As empresas descobrem que a biodiversidade significa dinheiro em caixa e que a saúde do negócio está vinculada à saúde do planeta. **Veja**, São Paulo, v. 43, n. 2168, jun. 2010. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/090610/matar-natureza-matar-lucro-p-148.shtml>. Acesso em: 5 ago. 2010.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; BUENO FILHO, J. S. S.; BAPTISTA, A. P. M. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, 597–606, 2009.

CRUZ, A. S..; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O. Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee. **Cell Biology and Toxicology**, Dordrecht, v. 26, n. 2 p. 165-176, 2009.

DECOURTYE, A.; ARMENGAUD, M.; RENOU, M.; DEVILLERS, J.; CLUSEAU, S.; GAUTHIER, M.; PHAM-DELEGUE, M. Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (Apis mellifera L.). **Pesticide of Biochemistry Physiology**, San Diego, v. 78, p. 83-92, 2004.

DECOURTYE, A.; DEVILLERS, J.; GENECQUE, E.; LE MENACH, K.; BUDZINSKI, H.; CLUSEAU, S.; PHAM-DELEGUE, M. H. Comparative sublethal toxicity of nine pesticides on olfactory learning performances of the honeybees *Apis mellifera*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 48, p. 242 250, 2005.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION COUNCIL OF EUROPE . Decision-making schemes for the environmental risk assessment of plant protection products honey bees. **Bulletin OEPP**, Malden, v.23, n. 1, 151-165, 1993.

ELLIS, J. **Colony Collapse Disorder (CCD) in honey bees.** Florida: University of Florida, 2009. (University of Florida. Publication, 150). Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/in720>. Acesso em: 21 jul. 2010.

FAO. **Protección a los polinizadores.** 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/ 0512sp1.htm>. Acesso em: 23 abr. 2010.

FAO. **Polinizadores - cuestiones globales:** biodiversidad. 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/ biodiversity/ecosystems/bio-pollinators/es/>. Acesso em: 23 abr. 2010.

FERREIRA, R. A. C. **Análise morfológica e histoquímica do corpo gorduroso e dos túbulos de Malpighi de operárias adultas de *Scaptotrigona postica* (Latreille, 1807) (Hymenoptera, Apidae) tratadas com fipronil e ácido bórico.** 2010, 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista " Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro.

FIORAVANTI, C. As asas dos alimentos: abelhas ganham valor na produção agrícola. **Pesquisa Fapesp,** São Paulo, n. 171, maio 2010. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/?art= 4139HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4139&bd=1&pg=1&lg=" &HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4139&bd=1&pg=1&lg="bd=1HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4139&bd=1&pg=1&lg="&HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4139&bd=1&pg=1&lg="pg=1HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4139&bd=1&pg=1&lg="&HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4139&bd=1&pg=1&lg="lg=>. Acesso em: 14 jun. 2010.

FREITAS, B. M; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, 282–298, mar. 2010.

GARRIDO, C. Heat shock proteins: endogenous modulators of apoptotic cell death. **Biochemical and Biophysical Research Communications,** New York, v. 286, p. 433-442, 2001.

GUIMARÃES, M. Colméia às moscas: síndrome misteriosa causa sumiço de abelhas na América e na Europa. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, jul. 2007. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295&bd=1&pg=1&lg=" &HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295&bd=1&pg=1&lg="bd=1HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295&bd=1&pg=1&lg="&HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295&bd=1&pg=1&lg="pg=1HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295&bd=1&pg=1&lg="&HYPERLINK "http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3295&bd=1&pg=1&lg="lg=>. Acesso em: 23 abr, 2010.

ICPBR. Discussion and recommendations of the fifth meeting. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE HAZARDS OF PESTICIDES TO BEES, 5., 1993, Wageningen. **Proceedings**... Wageningen: Shell International Petroleum Maattschappij, 1993. p. 10-14.

INSTITUTO HUMANAS UNISINOS. **Entrevista com Maria José Guazzelli**. Disponível em http://www.ecodebate.com.br/2009/06/09/brasil-o-maior-consumidor-de-agrotoxicos-entrevista-especial-com-maria-jose-guazzelli/>. Acesso em 14 jun. 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, L. A Iniciativa Brasileira de Polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos polinizadores como produtores de serviços ambientais. **Bioscience Journal**, Uberlânida, v. 23, p. 100–106, 2007. Suplemment 1.

JESUS, D.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; CRUZ, A. S.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O. Epithelial renewal in the midgut of *Apis mellifera* after treatment with boric acid. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROSCOPIA E MICROANÁLISE, 21., 2007, Búzios. **Anais**... Buzios: Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise, 2007.

JOHNSON, F. M.; WEN, Z.; SCHULER, M. A.; BERENBAUM, M. R. Mediation of Pyrethroid Insecticide Toxicity to Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) by Cytochrome P450 Monooxygenases. **Journal of Economic Entomology**. College Park v. 99, n. 4, p. 1.046-1.050, 2006

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C. da; ASSIS, M. da G. P. de. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 12, p. 20–41, set. 2001.

KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the envinment: species, activity and diversity. **Agriculture Ecosystems & Environment,** Amsterdan, v. 74, p. 373-393, 1999.

LAMBIN, M.; ARMENGAUD, C.; RAYMOND, S.; GAUTHIER, M. Imidacloprid Induced Facilitation of the Proboscis Extension Reflex Habituation in the Honeybee. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology.** New York, v. 48, p. 129-134, 2001.

MALASPINA, O. **Estudo genético da resistência ao DDT e relação com outros caracteres em *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae)**, 1979, 81 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Invertebrados) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8., 2008, Ribeirão Preto. **Anais**... Ribeirão Preto: FUNPEC, Universidade de São Paulo, 2008. p. 41–48.

MALASPINA, O.; NOCELLI, R. C. F.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; SOUZA, T. F. Defesa de apiários e meliponários contra agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 18.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 4., 2010, Cuiabá. **Resumos**... Cuiabá: Confederação Brasileira de Apicultura, 2010. 1 CD-ROM.

MEDRZYCKI,P.; MONTANARI, R.; BORTOLOTTI, L.; SABATINI, A. G.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of imidacloprid administered in sub-lethal doses on honey bee behaviour. Laboratory tests. **Bulletin of Insectology**, Bologna, v. 56, n.1, p. 59-62, 2003.

NOGUEIRA NETO, P. Características diversas, distribuição geográfica e aclimatação. In: NOGUEIRA NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997, p. 33 -38.

OECD. **Guidelines for the testing of chemicals:** section 2 - effects on biotic systems**.** Paris, 1998. 8 p. (OECD. Honey bees, Acute Oral and Contact Toxicity Test, n. 213). Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-213-honeybees-acute-oral-toxicity-test_9789264070165-en>. Acesso em: 8 fev. 2010.

OECD **Guidelines for the testing of chemicals:** section 2 - effects on biotic systems. Paris, 1998. 7 p. (OECD. Honey bees, Acute Oral and Contact Toxicity Test, n. 214). Disponível em: <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?K=5LMQCR2K7R0N&DS=Test-No.-214-Honeybees -Acute-Contact-Toxicity-Test>. Acesso em: 8 fev. 2010.

ROAT, T. C.; SOUZA, T. F., NOCELLI, R. C. F.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; MALASPINA, O. Toxicological effects of sublethal doses of the insecticide fipronil on the nervous system of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). In: INTERNATIONAL BEEKEEPING CONGRESS – APIMONDIA, 41., 2009, Montpellier. **Abstracts and poster**... Montpellier: APIMONDIA, 2009.

ROAT, T. C. **Efeitos toxicológicos do inseticida fipronil em operárias e rainhas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**: atividade neural e proteínas de desintoxicação. São Paulo: FAPESP, 2010. 69 p. (Relatório FAPESP Proc. 2008/05018-7).

SILVA, A. C. da. **Implantação da meliponicultura e etnobiologia de abelhas sem ferrão (*Melipona*) em comunidades indígenas no estado do Amazonas**. 2006. 196 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SILVA-ZACARIN, E. C. M.; GREGORC, A.; MORAES, R. L. M. S. *In situ* localization of heat-shock proteins and cell death labelling in the salivary gland of acaricide-treated honeybee larvae. **Apidologie**, Paris, v. 37, p. 507-515, 2006.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. Origem, filogenia e biogeografia. In: SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras:** sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. p. 29–41.

SOARES, H. M. **Avaliação dos efeitos de imidaclopride, sobre o sistema nervoso de *Apis mellifera* africanizada, através da expressão da proteína fos**. 2009. 46 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Rio Claro.

SOUZA, T.F. **Efeitos das doses subletais do fipronil para abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) por meio de análises morfológicas e comportamentais.** 2009. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Rio Claro.

VIANA, B.F.; SILVA, F.O. **Polinização por abelhas em agroecossistemas.** Disponível em: <http://www.apis.sebrae.com.br/Arquivos/16%C2%BA20Cong_Bras_Apic/Anais_1/POLINIZA%C3%87%C3%83O%20POR%20ABELHAS%20EM 20AGROECOSSISTEMAS.pdf>. Acesso em: 14 jun 2010.

O Desaparecimento das Abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) e as Perspectivas do Uso de Abelhas Não Melíferas na Polinização

Vera Lucia Imperatriz-Fonseca[1]; Lionel Segui Gonçalves[2]; Tiago Mauricio Francoy[3]; Patrícia Nunes-Silva[4]

Resumo

As abelhas melíferas foram até recentemente as mais usadas em serviços de polinização, pois, por causa de suas características, sempre foram consideradas as mais eficientes, principalmente na polinização de plantas cultivadas. Estima-se que seu valor como polinizadoras seja muito maior do que como produtoras de mel. Milhares de euros são movimentados a cada ano em função dos serviços de polinização realizados por elas na Comunidade Européia e nos Estados Unidos. Entretanto, nos últimos anos esta espécie de abelhas tem sofrido com a CCD (Desordem do Colapso da Colônia), e tem desaparecido em muitos locais do mundo, possivelmente até em certas áreas do Brasil. Com a perda de colônias, têm ocorrido muitos prejuízos na agricultura, inclusive com uma redução significativa na produção de alimento. Por essa razão, começa-se a pensar na utilização de outras espécies de abelhas, entre elas abelhas solitárias e abelhas nativas sem ferrão, de maneira mais efetiva. Entretanto, são necessários conhecimentos detalhados sobre o manejo e uso específico em determinados agroecossistemas, antes que se possam usar amplamente os serviços de polinização de abelhas que não sejam *Apis*.

Palavras-chave: abelhas melíferas, *Apis mellifera*, serviços de polinização, desaparecimento de abelhas, CCD.

[1]Bióloga, D.Sc. em Ecologia, professora titular sênior da Universidade de São Paulo (USP) e professor visitante nacional sênior da CAPES da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, RN, vlifose@ib.usp.br
[2]Biólogo, D.Sc. em Genética, professor visitante nacional sênior da CAPES da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, RN, lsgoncal@usp.br
[3]Biólogo, D.Sc. em Genética, professor da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, tfrancoy@usp.br
[4]Bióloga, D. Sc. em Entomologia, pós-doutoranda da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), Porto Alegre, RS, pns_bio@yaho.com.br

The Desappearing of Honey Bees (*Apis mellifera*) and the Perspectives of the Use of Non Honey Bees in Pollination

Abstract

Honeybees were up to recently the most used in pollination services because due to their characteristics they were considered always the most efficient, mainly in the pollination of crops. It is estimated that their value as pollinators is much bigger than as honey producers. Thousand of Euros are traded each year in function of the pollination services done by them at European Community and United States. However, in the last years this bee species has suffered with the CCD (Colony Collapse Disorder) and has disappeared in many locals of the world, including Brazil. With the loss of colonies much harm has occurred in agriculture, inclusive with a significant reduction in food production. For this reason one starts to think on the use of other bees species, including solitary bees and native stingless bees, in a more effective way. Nevertheless, more detailed knowledge is necessary on the management and specific use in certain agro-ecosystems before it will be possible to use widely the pollination services of non-*Apis* bees.

Key words: honey bees, *Apis mellifera*, pollination services, disappearing of bees, CCD.

Introdução

Originalmente, as abelhas domésticas *Apis mellifera* têm ampla distribuição, que vai do Sul da Escandinávia à Ásia Central e África. Entretanto, por causa da sua importância econômica, foram introduzidas em todos os continentes para sua utilização na produção de mel, o primeiro alimento açucarado de origem animal conhecido desde os tempos pré-históricos (CRANE, 1999), e cera para ofícios religiosos — caso do Brasil —. A apicultura é uma atividade que teve e tem importante papel nas sociedades humanas propiciando, também, uma melhoria de qualidade de vida à populações carentes, pelo retorno financeiro rápido que proporciona aos apicultores. O mel, o seu produto mais utilizado, teve, em 2007, um valor comercial mundial de US$ 1,25 bilhão (ENGELSDORP; MEIXNER, 2010).

Entretanto, a crise que o setor tem sofrido em decorrência da perda de colônias no Hemisfério Norte causou um enorme impacto global. Desta vez, entretanto, a grande preocupação dos cientistas e tomadores de decisão não foi a produção de mel, mas sim a diminuição da disponibilidade do uso de colônias de *A. mellifera* para a polinização de culturas agrícolas importantes no mundo todo, e o consequente impacto na segurança alimentar.

O número de colônias domesticadas de *A. mellifera* na Europa decaiu de 21 milhões, em 1970, para cerca de 15,5 milhões, em 2007 (FAO, 2010). Em uma recente avaliação, Potts et al. (2010a) mostraram o cenário atual da apicultura na Europa, com regiões onde a atividade diminuiu e outras em que houve um crescimento da apicultura. O declínio das populações de abelhas *A. mellifera* iniciou-se com a infestação do ácaro *Varroa destructor* que, na Comunidade Europeia, foi detectado em meados dos anos 1970. Esse ácaro causou diminuição das colônias de regiões temperadas, que sofreram - e ainda sofrem - perdas enormes no inverno por causa desses parasitas. Para evitar essa perda, as colônias recebem tratamento com acaricidas que deixam resíduos em sua cera e produtos, dificultando a comercialização dos mesmos (MORITZ et al., 2007). A diminuição do número de colônias, juntamente com outros fatores socioeconômicos, impactaram negativamente na apicultura em vários países da Comunidade Europeia (POTTS et al., 2010b). Na Alemanha, por exemplo, uma avaliação do quadro de declínio de abelhas mostrou que a infestação pelo ácaro *V. destructor* é uma causa primária na perda de colônias até hoje (GENERSCH et al., 2010).

O declínio dos polinizadores foi quantificado inicialmente na América do Norte, onde o uso de abelhas na polinização atinge grandes proporções. Em 2006, foi apresentada a primeira avaliação, onde foi verificada uma acentuada queda no número de colônias manejadas nos Estados Unidos. De acordo com o Serviço de Estatística Nacional da Agricultura, o número de colônias manejadas nos Estados Unidos diminuiu de 5,9 milhões, em 1947, para 2,44 milhões, em fevereiro de 2008 (NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE, 2008). Essa estimativa provavelmente está um pouco defasada, pois essa análise não considera colônias que são manipuladas somente para contratos de polinização, nem apicultores que possuam menos de cinco colmeias. Outro problema desta estimativa está relacionado à contagem das colônias mais de uma vez. Como a apicultura nos Estados Unidos é principalmente migratória, é possível que as colônias sejam contadas e incluídas na contagem, uma segunda vez, quando são movidas.

Entretanto, a despeito do número exato apresentado nestes estudos, é inegável que o número de colônias manipuladas vem diminuindo sistematicamente (ENGELSDORP et al., 2008).

Ultimamente, o maior problema da apicultura mundial relaciona-se ao já conhecido "desaparecimento das abelhas" ou Síndrome do Colapso das Abelhas – *Colony Collapse Disorder* ou CCD –. Essa síndrome corresponde ao desaparecimento repentino das abelhas ou à redução, em poucos dias, do tamanho da colônia com rainha, mesmo na presença de crias, pólen e mel, sem deixar vestígios de morte de abelhas. O CCD vem causando sérias baixas no número de colônias de *A. mellifera* nos Estados Unidos bem como em alguns países da Europa e da América do Sul (AIZEN; HARDER, 2009; ENGELSDORP et al., 2008; OLDROYD, 2007; POTTS et al., 2010b). Segundo o pesquisador Dr. Dejair Message, no Brasil já foram detectados vários casos de desaparecimento de abelhas, tanto de abelhas africanizadas como de abelhas-sem-ferrão, embora ainda em baixa frequência[1]. Um dos primeiros casos foi detectado em 2008, em Brotas, no Estado de São Paulo, ocasião em que um apicultor perdeu mais de 200 colônias de abelhas africanizadas após uma pulverização por avião com o inseticida thiometaxan em uma cultura de laranja. Em 2006, apicultores americanos relataram perdas de 30% a 90% de suas colônias no período do inverno, o que não é normal. Segundo Engelsdorp et al. (2008), apenas nos Estados Unidos houve, entre 2007 e 2008, uma perda entre 0,75 e 1 milhão de colônias de abelhas *A. mellifera*. Foram registradas perdas em 21 estados americanos, que oscilaram entre 19% a 52%, com uma perda média de 36%. Esse valor é considerado alto e preocupante, uma vez que ainda não se tem uma previsão para seu controle. De fato, uma diminuição da ordem de 30% ao ano vem ocorrendo sistematicamente nos últimos anos nos Estados Unidos. Uma possível solução pontual para esse problema pode ser a importação de abelhas de locais com controle sanitário eficiente, repor as populações perdidas sem, no entanto, importar patógenos e doenças (ENGELSDORF et al., 2009)

As abelhas normalmente apresentam doenças, porém, as causas mais citadas até o momento para a perda de colônias têm sido: o ácaro *V. destructor*, o protozoário *Nosema ceranae*, estresse causado pelo transporte a longas distâncias, ausência de pólen, ampla relação de vírus (APV-*Akute paralisis*, IAPV-*Israeli akute paralysis virus*, DWV-*Deform wing virus*, etc) e pesticidas, entre outros. Não foi, ainda, detectada uma causa como o principal agente que determina o CCD. Acredita-se que exista uma complexa interação entre vários

[1]Informação pessoal fornecida pelo pesquisador Dr. Dejair Message.

fatores e um efeito sinérgico entre eles que resultam no colapso ou desaparecimento das colônias. No entanto, muitos pesquisadores apontam os inseticidas neonicotinoides, altamente tóxicos, como uma das principais causas do desaparecimento das abelhas, destacando-se o fipronil (Regente), o thiamethoxan (Cruizer), imidocloprid (Gaucho ou Confidor) e clothianidine (Poncho). Esses inseticidas neonicotinoides apresentam atividades enzimáticas que atuam fisiologicamente no olfato e na memória das abelhas, bem como no comportamento de voo das mesmas, causando problemas nas atividades forrageiras e, em especial, nas atividades de navegação e orientação, dificultando a localização de suas colônias após as atividades de forrageamento, o que, em parte, explica o desaparecimento das abelhas, porém, sem deixar vestígios de morte.

Dados obtidos por Potts et al. (2010a) indicam um declínio consistente no número de colônias de abelhas de 18 países da Europa. Esses números devem, no entanto, ser analisados com cuidado por causa da falta de informações mais conclusivas sobre o declínio das populações. Muitas pesquisas estão sendo realizadas por uma rede de instituições nos Estados Unidos, Europa, América do Sul e outros; contando com inúmeros pesquisadores para se encontrar uma solução para o CCD. Portanto, o desaparecimento das abelhas se constitui, hoje, na maior preocupação dos países mais desenvolvidos por causa das altas perdas de abelhas registradas nos últimos anos e com sérios prejuízos para a agricultura com a falta de oferta de abelhas manejadas para a polinização de culturas de interesse econômico.

Questões Globais Sobre os Serviços da Polinização e o Declínio de Polinizadores

A diminuição da apicultura como atividade em muitos países e o enfraquecimento e diminuição do número de colônias da abelha doméstica (POTTS et al., 2010b) tem como principal impacto a falta de abelhas para o serviço ecossistêmico da polinização. Em uma análise mais profunda, verifica-se que *A. mellifera* é a única espécie de abelha que, atualmente, existe em todo o globo, cuja técnica de criação é dominada, permitindo assim sua multiplicação e uso em grande escala. Mesmo a indústria de criação de *Bombus*, que produziu, a partir de 2006, mais de 1 milhão de colônias por ano para a agricultura, se baseia na utilização de pólen coletado pelas abelhas *A. mellifera* (VELTHUIS; DOORN, 2006). A diminuição das colônias de *Apis* e a

falta de estímulo governamental para o setor em muitos países do mundo evidenciou os riscos de se focar em uma única espécie um serviço ecossistêmico tão importante como a polinização manejada para agricultura. A busca de alternativas e do aprofundamento do conhecimento sobre a questão deu origem à Iniciativa Internacional de Polinizadores, aprovada pela *Convenção da Diversidade Biológica* em 2000, na COP5, em Nairóbi (DIAS et al., 1010).

A Iniciativa Internacional de Polinizadores, coordenada pela FAO e com uma agenda específica de questões que deveriam ser executadas até 2010 (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2007), trouxe enorme avanço no conhecimento científico e nas políticas públicas relacionadas aos polinizadores. Além de um plano de ação definido para ser realizado pelos países interessados na questão dos polinizadores, cientistas de várias partes do globo focalizaram seus esforços de pesquisa em pontos específicos que mereciam destaque. Assim, Kremen e Ricketts (2000) abordaram as perspectivas da ruptura das interações entre planta e polinizador em várias circunstâncias; Kremen et al. (2002) discutiram o uso e a conservação dos polinizadores silvestres com a intensificação da agricultura. A crise da polinização foi questionada por Gazhoul (2005), que considerou que ela estava restrita somente à utilização e ao declínio de *A. mellifera* e que algumas premissas, como o papel dos polinizadores na produção de alimento para o homem, ainda não haviam sido quantificadas. Este questionamento, publicado em um periódico de grande impacto, imediatamente foi discutido por outros pesquisadores, que procuraram responder especificamente às questões levantadas. Assim, Klein et al. (2007) verificaram qual a participação dos polinizadores na produção de alimentos para consumo humano, concluindo que eles são muito importantes para 1/3 dos alimentos consumidos direta ou indiretamente pelo homem. Kremen et al. (2007) trataram do tema paisagem agrícola e serviços ecossistêmicos dos agentes móveis da polinização e da dispersão de sementes. Esse assunto foi discutido com maior profundidade numa avaliação global sobre o tema, em uma revisão de Ricketts et al. (2008).

Dentro dessa abordagem mais ampla, foram realizadas análises globais, utilizando-se a base de dados de culturas agrícolas da FAO. Aizen et al. (2008) compilaram dados das exportações de alimentos entre 1961-2006, que não evidenciaram, inicialmente, que a diminuição dos polinizadores afetaria a produção agrícola; entretanto, demonstraram que o plantio de culturas agrícolas que dependem de polinizadores está crescendo mais rapidamente do que aquelas que não dependem, tanto em países desenvolvidos como não desenvolvidos. Aizen e Harder (2009) consideraram, principalmente em países em desenvolvimento, a

demanda crescente dos serviços ecossistêmicos para cultivos de frutas e verduras, bem como a diminuição dos polinizadores manejáveis, com foco em *A. mellifera*; e as projeções realizadas indicaram de que a apicultura está crescendo em ritmo mais lento do que a necessidade dos serviços ecossistêmicos manejáveis que ela presta. Finalmente, Aizen et al. (2009) ampliaram seus estudos, de modo a avaliarem, com base nos dados da FAO, quão dependentes de polinizadores são as culturas alimentares mais exportadas nas últimas cinco décadas.

Em 1961 a produção agrícola era semelhante nos países desenvolvidos e em desenvolvimento; entretanto, em 2006 essa produção era 2,2 vezes maior nos países em desenvolvimento. De 1961 a 2002, a dependência dos polinizadores cresceu 50% nos países desenvolvidos (com um deficit de polinização de 3% a 5%) e 62% nos países em desenvolvimento (com deficit de polinização de cerca de 8%). No período de 1961 a 2006 a área cultivada aumentou 25%. Em 1961 a área cultivada nos países em desenvolvimento era 38% maior do que nos países desenvolvidos, mas esta diferença passou para 130% em 2006. De acordo com a base de dados da FAO, os países em desenvolvimento compreendem os países africanos e latino-americanos, assim como a maioria dos países do Sudoeste da Ásia, China e Índia. O mundo desenvolvido compreende os países europeus, os Estados Unidos, Canadá, Austrália e Nova Zelândia.

A agricultura nos países em desenvolvimento representa mais de dois terços da agricultura mundial e é 50% mais dependente da polinização que a agricultura dos países desenvolvidos (AIZEN et al., 2008). No caso das culturas dependentes de polinização, na ausência de polinizadores seria necessário plantar uma área seis vezes maior nos países em desenvolvimento para obter a mesma produtividade que os países desenvolvidos apresentam (AIZEN et al., 2009).

Estudo de Caso: Abelhas e Polinizadores no Reino Unido

Uma recente análise feita pela Iniciativa Europeia de Polinizadores mostra dados muito originais sobre a situação encontrada no Reino Unido com relação à importância dos polinizadores. O Reino Unido tem 250 espécies de abelhas solitárias, cuja abundância diminuiu cerca de 52% nos últimos anos (BIESMEIJER et al., 2006). Recentemente, a apicultura do país também diminuiu muito: entre 1985 e 2005, o número de colônias na Inglaterra declinou 54% e 23% no País de Gales, e 15% na Escócia (POTTS et al., 2010a). Este fato fez com

que fossem analisadas as possibilidades de políticas públicas para tratar desse declínio de polinizadores. As três possibilidades eram: 1) não fazer nada; 2) substituir os polinizadores perdidos; 3) conservar os polinizadores.

O valor anual da polinização para a agricultura do Reino Unido era de £440 milhões em 2005, o que correspondia a 13% do valor da agricultura local. Ao mesmo tempo que o declínio de polinizadores tende a continuar, a área plantada com culturas que dependem de polinizadores aumentou 38% nos últimos anos, aumentando o risco de deficit de polinização, que é traduzido, na prática, em frutos de qualidade inferior. Uma possível solução seria implementar a polinização manual, que é bem mais cara do que o custo do produto agrícola no Reino Unido, tendo sido avaliada em £1,510 milhões por ano. A terceira opção, proteger os polinizadores e os serviços ambientais prestados por eles foi a mais indicada. O mais interessante, entretanto, foi verificar que o serviço da polinização estava mais ligado às espécies solitárias. Eles consideraram que apenas 2,5% das colônias de *A. mellifera* no Reino Unido são manejadas para polinização, e que deveriam corresponder a cerca de 8,7% da polinização local. Por isso, o trabalho de conservação de áreas próximas às culturas agrícolas é da maior importância. Os especialistas sugeriram uma conservação de 1,25% a 2,5% de áreas naturais junto às culturas, no desenho da paisagem inglesa, para essa conservação. O custo da conservação é muito inferior ao custo da substituição dos polinizadores (UNIVERSITY OF READING, 2010).

Valoração Econômica

Enquanto nos países da Comunidade Europeia (EU) o ganho anual obtido com o mel produzido foi de € 140 milhões em 2005, o valor da polinização pelas abelhas melíferas na EU foi de €14,2 bilhões em 2005 (US$ 19,8 bilhões), e o valor global do serviço prestado pelas abelhas na polinização das culturas mais exportadas do globo foi de € 153 bilhões (US$ 212 bilhões) (GALLAI et al., 2009), correspondendo a cerca de 9,5% do valor da agricultura global naquele ano. Já para as áreas naturais, e para a biodiversidade, o valor é imensurável, uma vez que os serviços ecossistêmicos da polinização estão na base da cadeia alimentar. Potts et al. (2010b), na sua avaliação global de tendências para polinizadores, produziram um quadro regional de valor econômico de polinizadores e vulnerabilidade das culturas à perda dos polinizadores, baseado em Gallai et al. (2009), que indica o valor de €11,6 bilhões como o valor econômico da polinização na América do Sul.

O quadro econômico geral sobre a atuação dos polinizadores no Reino Unido (POTTS et al., 2010a, 2010b) mostrou um valor de £10 milhões para a produção de plantas forrageiras, £440 milhões para culturas agrícolas, em ambientes abrigados e pomares, £10 milhões a £30 milhões para a produção de mel e um valor incalculável para a preservação da biodiversidade, plantas silvestres e outros serviços ecossistêmicos (que atuam na fertilidade do solo, proteção contra enchentes, purificação das águas e manutenção da paisagem cultural).

O aumento de produção agrícola com o uso de polinizadores mesmo em culturas como a canola (*Brassica napus*), que é autopolinizada, 53% segundo Durán et al. (2010), ou o café (*Coffea arabica*), mostra a importância das abelhas para a agricultura. A manutenção do entorno da paisagem agrícola é fundamental para a preservação de polinizadores e obtenção de maiores lucros para as atividades agrícolas.

A Biodiversidade de Abelhas, as Mudanças Climáticas e a Polinização

A biodiversidade de abelhas no mundo é enorme. São conhecidas cerca de 20.000 espécies (CATALOGUE OF LIFE, 2010). Destas, a grande maioria tem hábitos solitários e cerca de 1.000 espécies são sociais. Elas são os principais polinizadores das plantas com flores, assegurando a reprodução dessas nos diferentes ecossistemas e garantindo a alimentação de inúmeras outras espécies de animais (SHEPERD et al., 2003).

Os fatores climáticos (temperatura, por exemplo) e as concentrações de dióxido de carbono (CO_2) são fatores-chave na seleção das plantas e dos animais. Com as alterações do clima, a biologia das plantas e animais pode mudar (REUSCH; WOOD, 2007). Com o aquecimento global, a biologia floral das diferentes espécies de plantas pode estar se alterando. Um estudo analisou as datas de início da floração de 405 espécies de plantas no Reino Unido e concluiu que nos últimos 25 anos a floração tem se iniciado com 2 a 12 dias de antecedência, quando comparado com outros períodos de 25 anos, desde 1760 (AMANO et al., 2010). A mudança na biologia das plantas e dos animais pode alterar as relações ecológicas entre eles e levar à extinções e à perda da biodiversidade, isto é, da variedade de genes, espécies e ecossistemas que formam a vida na Terra e nos fornece vários serviços (RANDS et al., 2010). Esses serviços são chamados serviços ambientais (ou ecossistêmicos) e podem ser definidos como os benefícios para as

populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas. A polinização é um serviço do ecossistema (DAILY, 1997).

A polinização realizada pelas abelhas e por outros animais resulta no aumento da qualidade e do tamanho de frutos de 70% das principais culturas agrícolas do mundo (RICKETTS et al., 2008). Como já mencionado, a única espécie disponível mundialmente em larga escala para uso na polinização é *A. mellifera*, a abelha-de-mel. Ela é considerada fundamental para a agricultura, sendo seus serviços de polinização estimados em 9,5% do valor da agricultura em 2005, ou seja, €153 bilhões (GALLAI et al., 2009). No entanto, aproximadamente metade das espécies de plantas cultivadas e economicamente importantes, origina-se de áreas em que as abelhas *A. mellifera* não ocorrem naturalmente e metade delas é polinizada por abelhas (ROUBIK, 1995). Muitas dessas espécies (por volta de 250) podem ser adaptadas à polinização por abelhas-sem-ferrão, como o coco (*Cocus nucifera*), a manga (*Mangifera indica*), a carambola (*Averrhoa carambola*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o guaraná (*Paullinia cupana*), a melancia (*Citrullus lanatus*), o sisal (*Agave sisalana*), o café, o morango (*Fragaria x ananassa*), o pepino (*Cucumis sativus*), entre muitas outras. Abelhas-sem-ferrão do gênero *Melipona, Trigona*, *Nannotrigona*, *Partamona*, *Scaptotrigona*, *Plebeia* e *Geotrigona* são citadas como visitantes ou polinizadores dessas plantas (HEARD, 1999; SLAA et al., 2006). As abelhas solitárias também são muito importantes na polinização, como por exemplo, as abelhas *Xylocopa*, conhecidas como mamangavas, na polinização de maracujá (*Passiflora* sp.) (CAMILO, 2003).

Os fragmentos de mata no entorno de áreas de cultivo agrícola são importantes para a polinização, pois fornecem polinizadores. No geral, cultivos agrícolas localizados próximos a fragmentos de mata apresentam maiores índices de visitação às flores e de diversidade de polinizadores e, muitas vezes, maior produção de frutos (KREMEN et al., 2002; RICKETTS et al., 2008).

As ameaças às populações de polinizadores são diversas e, muitas, desconhecidas. Além disso, não se sabe como esses diversos fatores interagem (POTTS et al., 2010b). Na América Latina, os principais problemas para a conservação das abelhas nativas é a falta de informação sobre a taxonomia, a diversidade, a riqueza, a dinâmica populacional e o impacto das atividades humanas nas diferentes espécies. O desmatamento, a intensificação da agricultura e a introdução e expansão de espécies de abelhas exóticas são apontados como as principais causas (FREITAS et al., 2009).

O Brasil

A perda da biodiversidade dos polinizadores, especialmente das abelhas, pode comprometer a produção agrícola de culturas importantes, principalmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil. As mudanças climáticas, que provavelmente afetarão a biologia e a distribuição de plantas e animais, podem agravar esse quadro.

O Brasil é muito rico em espécies de abelhas, cuja distribuição geográfica está sendo estudada com mais detalhes através de levantamentos regionais de abelhas nas flores. A decisão de investigar polinizadores importantes nas várias regiões brasileiras, assim como as fontes de recursos para manter as suas populações ferais e seu uso sustentável (SILVA et al., 2010) torna-se uma prioridade para a agricultura moderna, que busca maior eficiência com a menor utilização de área possível, e para a conservação de recursos naturais. Avanços do conhecimento científico neste sentido foram obtidos recentemente através de pesquisa com meliponíneos, por exemplo. A polinização por vibração está sendo estudada em maiores detalhes (NUNES-SILVA et al., 2010a, 2010b) e tais estudos já apontaram que temos abelhas *Meliponini* nativas com a mesma capacidade e eficiência de vibrar nas flores que as abelhas *Bombus impatiens* de uso comercial na América do Norte. Já avançamos no conhecimento das pequenas populações de meliponíneos e seus efeitos biológicos (ALVES, 2010; ALVES et al., 2010).

Agradecimentos

Agradecemos o suporte financeiro da Capes (através das bolsas PVNS para VLIF e LSG), CNPq (proc. 305118/2009) e FAPESP (proc. 2007/03864-5).

Referências

AIZEN, M. A.; 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,** London, v. 18, p. 1–4, 2008.

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.

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**, London, v. 103, p. 1.579–1.588, 2009.

ALVES, D. A. **Estratégias reprodutivas em *Melipona*, com ênfase em pequenas populações de *M. scutellaris* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. 2010. 91 f. Tese (Doutoramento em Ciências) - Instituto de Biociências, USP.

ALVES, D. A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; FRANCOY, T. M.; SANTOS-FILHO, O. S.; BILLEN, J. WENSELEERS, T. Successful maintenance of a stingless bee population despite a severe genetic bottleneck. **Conservation Genetics**, New York, v. 12, p. 647-658, 2010. No prelo.

AMANO, T.; SMITHERS, R. J.; SPARKS, T. H.; SUTHERLAND, W. J. A 250-year index of first flowering dates and its response to temperature changes. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v. 277, p. 2.451–2.457, 2010.

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMÜLLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNNIN, W. E. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, Washington, DC, v. 313, p. 351-354, 2006.

CATALOGUE of life. 2010. Disponível em: <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2010/ details/database/i d/67>. Acesso em: 28 set. 2010.

CAMILO, E. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 44 p.

CRANE, E. Recent research on the world history of beekeeping. **Bee World,** Bucks, v. 80, p. 174-186, 1999.

DAILY, G. C. **Nature's services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC: Island Press, 1997. 412 p.

DIAS, B. F. S.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **International pollinators initiative:** the São Paulo declaration on pollinators. Report on the Recommendations of the Workshop on the Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture with Emphasis on Bees. Brasília, DF: Brazilian Ministry of the Environment: Brazilian Corporation for Agricultural Research; São Paulo: University of Sao Paulo, 1999. 79 p. Disponível em: <http://www.cbd.int/doc/ref/agr-pollinator-rpt.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2010.

DURÁN, X. A.; ULLOA, R. B.; CARRILLO, J. A.; CONTRERAS, J. L.; BASTIDAS, M. T. Evaluation of yield component traits of honeybee pollinated (*Apis mellifera* L.) Rapeseed canola (*Brassica napus* l.). **Chilean Journal of Agricultural Research**, Santiago de Chile, v, 70, p. 309-314, 2010.

ENGELSDORP, D. van; HAYES, JÚNIOR.; UNDERWOOD, R. M.; PETTIS, J. S. A survey of honey bee colony losses in the U.S., Fall 2007 to Spring 2008. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 3, n. 12, p. 40-71, 2008.

ENGELSDORP D. van; MEIXNER M. D. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 103, p. 580– 595, 2010.

FAO. **FAOSTAT Production**: live animals. 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 15 jun. 2010.

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

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator de- cline. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 68, p. 810–821, 2009.

GHAZOUL, J. Buzziness as usual? questioning the global pollination crisis. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, 20, p. 367–373, 2005.

GENERSCH, E.; OHE, W. von der; KAATZ, H.; SCHROEDER, A.; OTTEN, C.; BÜCHLER, R.; BERG, S.; RITTER, W.; MÜLHEN, W.; GISDER, S.; MEIXNER, M.; LIEBIG, G.; ROSENKRANZ, P. The German Bee Monitoring Project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. **Apidologie**, Paris, v. 41, p. 332–352, 2010.

HEARD, T. 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.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, L. S. A Iniciativa Brasileira de Polinizadores e os avanços atuais para a compreensão dos serviços ambientais prestados pelos polinizadores. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 100-106, 2007.

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 Royal Society of London Series B - Biological Sciences**, London, v. 274, p. 303–313, 2007.

KREMEN, C.; RICKETTS, T. Global perspectives on pollination disruptions. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 14, p. 1.226–1.228, 2000.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 99, p. 16.812-16.816, 2002.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LeBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAZQUEZ, D. P.; WINFREE, L.; ADAMS, L.; CRONE, E. E.; GREENLEAD, S. S.; KEITT, T. H.; KLEIN, A. M.; REGETZ, J.; RICKETTS, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. **Ecology Letters**, Oxford v. 10, p. 299–314, 2007.

MORITZ, R. F. A.; KRAUS, B.; KRYGER, P.; CREWE, R. M. The size of wild honey bee populations (*Apis mellifera*) and its implications for the conservation of honeybees. **Journal of Insect Conservation,** Dordrecht, v. 11, p. 391–397, 2007.

MORTON, D. C.; DeFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E.; ESPIRITO-SANTO, F. B.; FREITAS, R.; MORISETTE, J. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the Southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 103, p. 14.637-14.641, 2006.

NATIONAL AGRICULTURAL STATISTICS SERVICE. **Honey**. 2008. Disponível em: <www. nass. usda.gov>. Acesso em: 10 abr. 2010.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; VENTURIERI, G. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. O potencial das abelhas *Melipona* na polinização de plantas polinizadas por vibração, considerando as características físicas da vibração In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 9., 2010, Ribeirão Preto. **Genética e biologia evolutiva de abelhas**: anais. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2010a. 1 CD-ROM.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 140-151, 2010b.

OLDROYD, B. P. What's Killing American Honey Bees? **PLoS Biology**, Cambridge, v. 5, n. 6, p. e168, 2007.

POTTS, S. G.; ROBERTS, S. P. M.; DEAN, R.; MARRIS, G.; BROWN, M.; JONES, R.; NEUMANN, P.; SETTELE, J. Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe. **Journal of Apicultural Research**, Cardiff, v. 49, p. 15–22, 2010a.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global Pollinator declines: trends, impacts and drives. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 25, p. 345-353, 2010b.

RANDS, M. R.; ADAMS, W. M.; BENNUN, L.; BUTCHART, S. H. M.; CLEMENTS, A.; COOMES, D.; ENTWISTLE, A.; HODGE, I.; KAPPOS, V.; SCHARLEMANN, J. P. W.; SUTHERLAND, W. J.; VIRA, B. Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. **Science**, Washington, D.C. v. 329, p. 1.298-1.303, 2010.

REUSCH, T. B. H.; WOOD, T. E. Molecular ecology of global change. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 16, p. 3.973 –3.992, 2007.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A.; GEMMILL-HERREN, B.; GREENLEAF, S. S.; KLEIN, A. M.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L. A.; OCHIENG, A.; VIANA, B. F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, Oxford, v. 11, p. 499–515, 2008.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 1995. 197 p. (FAO. Agricultural Services. Bulletin, 118).

SHEPERD, M.; BUCHMANN, S. L.; VAUGHAN, M.; BLACK, S. H. **Pollinator conservation handbook.** Portland: The Xerces Society, 2003. 145 p.

SILVA, C. I.; BALLESTEROS, P. L. O.; PALMERO, M. A.; BAUERMANN, E.; OLIVEIRA, P. E. A. M. **Catálogo polínico:** palinologia aplicada em estudos de conservação de abelhas do gênero Xylocopa. Uberlândia: EDUFU, 2010.154 p.

SLAA, E. J.; SANCHEZ, L. A.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDE, F. E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectivas. **Apidologie,** Paris, v. 37, p. 293-315, 2006.

UNIVERSITY OF READING, Centre for Agri-Eviranmental Research: Staff. Disponível em: <www.rdg.ac.uk/caer/staff_simon_potts.html>. Acesso em: 20 jun. 2010.

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

Resumos

Frutificação do Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) em Cultivo Próximo a Vegetação de Caatinga

GAMA, D. R. da S.[1]; SANTOS, L. M. B.[1]; SILVA, R. de C. B.[1]; SILVA, T. C. F. dos S.[1]; SIQUEIRA, K. M. M.[2]

O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) apresenta particularidades na polinização sendo diretamente dependente das abelhas do gênero *Xylocopa*. Essas abelhas nativas apresentam porte compatível com o tamanho e morfologia floral do maracujá, realizando a polinização cruzada de forma eficiente. Uma das causas da redução na produtividade nos cultivos do maracujá-amarelo é a diminuição de áreas nativas próximas aos cultivos, local onde as abelhas constroem seus ninhos. O objetivo deste trabalho foi quantificar a polinização natural no maracujá-amarelo, relacionando com o número de flores disponíveis por planta e com a pluviosidade, em área de cultivo com vegetação nativa de Caatinga no entorno. Os experimentos foram realizados no Projeto de Irrigação Maniçoba, em Juazeiro, BA. Durante os meses de maio a outubro de 2009 foi avaliado o percentual de polinização natural e realizada a média do número de flores disponíveis por planta. Os índices pluviométricos dos meses em que foram realizados os experimentos foram obtidos no site da Embrapa Semiárido, referentes à Estação Meteorológica de Mandacaru, Juazeiro, BA. Os resultados referentes à polinização natural revelaram que, nos meses de maio a julho, período em que na região o índice de precipitação é menor, a taxa de polinização natural foi considerada boa, chegando a quase 60%. Isso deve estar relacionado com a proximidade da área de Caatinga, local onde foi observada a presença de ninhos naturais de *Xylocopa*, em plantas de umburana-de-cambão. Em outubro, mês no qual a precipitação foi maior, a polinização natural foi nula. Quanto à disponibilidade de flores por planta, foi observado que, mesmo o número de flores apresentando-se baixo no período seco (2 ± 0,8 por planta), as abelhas visitaram as flores para a coleta de néctar,

[1]Bolsistas, [2]Profa.(UNEB), Orientadora; Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus III DTCS, Juazeiro; Av. Egard Chastinet s/n, 48905-680 - Juazeiro, BA - Brasil diegorangel85@hotmail.com

o que não ocorreu no mês de outubro, quando as flores estavam disponíveis em maior número (cinco por planta), e não houve registro de polinização natural, revelando que nesse período as abelhas preferem os recursos disponibilizados pelas flores da Caatinga. Os resultados indicam que a proximidade de áreas de vegetação nativa no entorno dos cultivos de maracujá, propiciam uma maior visitação dos polinizadores e, consequente, maior taxa de frutificação, principalmente no período mais seco do ano.

Palavras-chave: *Passiflora edulis f. flavicarpa*, polinização natural, maracujá-amarelo, *Xylocopa.*

Apoio financeiro: FAPESB.

Umburana-de-Cambão, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett, Frequência e Abundância em Área de Caatinga no Projeto Maniçoba - Juazeiro, BA

GAMA, D. R. da S.[1];SILVA, R. de C. B.[1]; SILVA, T. C. F. dos S.[1];KILL, L. H. P[2].; SIQUEIRA, K. M. M.[3]

A umburana-de-cambão é uma espécie arbórea de grande importância na Caatinga. Seu tronco é tortuoso e muito esgalhado, dotado de espinhos agudos e fortes; sua madeira é leve, de textura média, homogênea e rija. Além de fornecer pólen e néctar para as abelhas, seus troncos ocos, abrigam ninhos de abelhas nativas. Os polinizadores do maracujá-amarelo, as abelhas do gênero *Xylocopa,* preferencialmente nidificam nessas árvores. Com o objetivo de avaliar a frequência e distribuição dessa espécie em área de Caatinga no entorno do cultivo de maracujá, foi realizado o levantamento fitossociológico em uma área de dois hectares de vegetação nativa, no projeto Maniçoba em Juazeiro, BA., utilizando-se o método de parcelas, sendo distribuídas ao acaso quatro parcelas de 50 m x 50 m, separadas por, no mínimo, 50 m entre si. A análise da estrutura da vegetação (frequência, densidade e dominância), foi realizada em outubro de 2009, sendo levantados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou maior que 3 cm. As herbáceas e lianas foram anotadas e consideradas apenas a ocorrência. Os dados das análises fitossociológicas, das áreas inventariadas foram obtidos pelo programa "Mata Nativa", elaborado pela CIENTEC. Foram registrados 128 indivíduos abrangendo 13 espécies, nove gêneros e cinco famílias botânicas. As famílias Leguminosae (50,7%) e Burseraceae (18,7%) apresentaram maior número de indivíduos. Na área estudada, *C. leptophloeos* foi registrada em todas as parcelas avaliadas sendo a espécie que obteve o maior índice de valor de importância (34,8%). Os resultados indicam que na área estudada há disponibilidade de substrato para nidificação das abelhas nativas, especialmente as do gênero *Xylocopa*, essenciais para a polinização natural do maracujá.

Palavras-chave: *Xylocopa*, nidificação, maracujá-amarelo, Burseraceae.

Apoio financeiro: FAPESB.

---

[1]Bolsistas, [2]Pesquisadora Embrapa Semiárido, 3 Profa. (UNEB), Orientadora; Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus III DTCS, Juazeiro; Av. Egard Chastinet s/n, 48905-680 - Juazeiro, BA - Brasil. diegorangel85@hotmail.com

Plantas Utilizadas por *Melipona subnitida*, na Restinga dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, MA, Brasil

PINTO, R. S.[1]; ALBUQUERQUE, P. M. C.[2]; REGO, M. M. C.[3]

O pólen é essencial para a reprodução das plantas, mas também é utilizado como recompensa para os visitantes florais. O presente trabalho teve como objetivo identificar as preferências vegetais de *Melipona subnitida*, na restinga dos Lençóis Maranhenses. Para isso, em abril de 2010, num meliponário localizado na cidade de Barreirinhas, MA (2º 58' 12" S; 42º 79' 56"), retirou-se em cinco ninhos dessa espécie, uma porção do pólen armazenado. Cada amostra recolhida foi separada em quatro tubos de ensaio e submetido ao processo de acetólise de Erdtman. Nas lâminas confeccionadas, contou-se 500 grãos de pólen e foram estabelecidas as porcentagens e classes de ocorrência: pólen dominante (> 45% do total de grãos contados), acessório (de 15% a 45%), isolado importante (de 3% a 14%) e isolado ocasional (< 3%). No total, foram conferidos 32 tipos polínicos, distribuídos em 25 gêneros e 16 famílias, e mais dois tipos desconhecidos. Myrtaceae e Melastomataceae apresentaram cada uma, quatro espécies. Em duas amostras houve predominância de *Schrankia* sp.1, com 78,1% e 87,9% dos grãos de pólen contados. No ninho 3, *Myrcia sylvatica* e *Eugenia* sp. tiveram registro de 53,55% e 23,05%, respectivamente. Na quarta coleta houve predominância de pólens de *Miconia* sp. 1 (15,9%), *Miconia* sp. 2 (39,3%) e *Mouriri guianensis* (22,4%). A última amostra apresentou predominância de *Orbignya* sp.1 (32,8%) e *M. guianensis* (15,1%). Verifica-se diferença na distribuição dos tipos polínicos nas amostras, por causa dos períodos distintos de forrageamento da abelha. Mas em todas as coletas, *Mouriri guainensis* apareceu como pólen isolado importante ou como acessório na estocagem de alimento pela jandaíra. Essa espécie vegetal oferece o pólen como principal recurso e apresenta floração entre os meses

[1]Bolsista.
[2]Bióloga, D.Sc. em Entomologia, professora da Universidade Federal do Maranhão, regommc@uol.com.br.

de setembro a meados de março. As famílias Mimosaceae, Myrtaceae e Melastomataceae predominaram nas amostragens, em função da habilidade de abelhas do gênero *Melipona* na extração de pólen das anteras dessas plantas, por vibração da musculatura de voo (*buzz pollination*). Conhecer as plantas visitadas por essa abelha na região possibilita entender sua relação com seu hospedeiro floral e também o papel que jandaíra exerce na perpetuação da flora da região.

Palavras-chave: jandaíra, Myrtaceae, Melastomataceae, Mimosaceae, *Mourri guainensis*.

Apoio financeiro: FAPEMA.

Visitantes Florais de *Stylosanthes* sp. na Região de Petrolina

RODRIGUES, F.[1]; RIBEIRO, M. de. F.[2]; MOREIRA, J. N.[2]; MOREIRA, J. A. de S.[3] NUNES, T. dos S.[3]

Através de estudos dos visitantes florais pode-se identificar quais insetos visitam a flor da espécie em estudo, o seu comportamento durante a visita, e assim avaliar seu potencial como polinizador ou não. Espécies do gênero *Stylosanthes* destacam-se pelo seu potencial para serem empregadas na alimentação animal, porém, ainda são poucos os estudos relacionados aos visitantes florais desse gênero. O trabalho teve como objetivo identificar a diversidade de visitantes florais de *Stylosanthes* sp. na região de Petrolina. O estudo foi realizado no mês de junho de 2010, em um banco de acessos de *Stylosanthes* sp. no Campo Experimental de Bebedouro, da Embrapa Semiárido. Utilizou-se o método de caminhadniva dentro da área, onde os visitantes observados foram identificados e o número de visitas de cada espécie foi registrado. As observações foram realizadas por 5 dias, em intervalos de 10 minutos a cada meia hora, desde a abertura das flores (7h30min) até seu fechamento e/ou último registro da presença de visitantes (13h40min). Um termohigrômetro foi utilizado para obter dados microclimáticos (temperatura e umidade). A presença de visitantes florais foi constante. Foram registrados principalmente abelhas: *Apis mellifera* (abelha-europa) ou abelha melífera), *Melipona asilvai* (manduri), *Xylocopa* sp. (mamangava), Halictidae (abelha metálica). Mas outros insetos, como borboletas, moscas e vespas também foram observados. Exceto *A. mellifera* e *M. asilvai*, todos os outros visitantes apareceram em frequências muito baixas. As abelhas melíferas e as manduris foram as mais abundantes. Entretanto, as abelhas melíferas apareceram na frequência máxima (52,4 ± 10,59) equivalente ao dobro das abelhas manduri (25,2 ± 9,44). A temperatura variou de 23,8 ± 1,0 °C a 33,88 ± 3,75 °C, enquanto a umidade relativa, de

[1]Bolsista;
[2]Pesquisadores Embrapa Semiárido;
[3]Alunos de Agronomia (UNEB);
EMBRAPA SEMIÁRIDO, BR 428, KM 152, C.P. 23, Zona rural, 56.302-970, Petrolina, PE
francimaria.rodrigues@cpatsa.embrapa.br

74,8 ± 3,56% a 52,8 ± 12,33%, respectivamente às 8h e 13h30min. Tanto *A. mellifera* quanto *M. asilvai* tiveram o pico de frequência nas flores por volta de 10-11h, quando a temperatura estava entre 28-31°C e a umidade relativa entre 65% e 57%. Estas observações iniciais demonstraram que, potencialmente, as abelhas melíferas e as manduri poderiam ser polinizadoras de *Stylosanthes* sp., ao menos quando se considera a frequência dos visitantes florais. Porém, apenas estudos mais detalhados de seu comportamento nas flores podem confirmar ou não essa hipótese.

Palavras-chave: recursos florais, polinizadores, *Apis mellifera*, *Melipona asilvai.*

Apoio financeiro: BNB/FUNDECI (2008/111), FACEPE (BFT – 0095-5.04/08).

Manutenção da Diversidade de Visitantes Florais por *Waltheria rotundifolia* Schrank (Malvaceae Sensu Lato) no Campus da UFCG, Patos, Paraíba

FERREIRA, A. J.[1]; LUCENA, D. A. A.[2]; KERPEL, S. M.[3]

Os recursos florais responsáveis pela manutenção das populações de visitantes e polinizadores apresentam variações edafoclimáticas que influenciam na sua composição, densidade e produção de pólen, e néctar, tanto qualitativa como quantitativamente. Por isso, é importante que estes sejam conhecidos não só em nível regional, mas também local. *Waltheria rotundifolia* Schrank é uma herbácea considerada invasora, comum em áreas cultivadas, beiras de cercas e estradas, e ambientes alterados. Apresenta distribuição disjunta entre regiões semiáridas no Brasil, ocorrendo quase exclusivamente na Caatinga. Uma das características das invasoras é o crescimento rápido e elevada produção de flores. *W. rotundifolia* é perene, tende a ocorrer de forma agregada e pode produzir flores durante todo ano, tornando-se atrativa para insetos. O presente estudo objetivou conhecer a guilda de visitantes florais quanto à riqueza, abundância, variação ao longo do dia e a relação com a disponibilidade de flores presentes em manchas no campus da Universidade Federal de Campina Grande (Patos, PB) entre maio e junho de 2010. Realizou-se quatro coletas, em intervalos de 7 dias entre elas (início às 5h10min; final às 11h20min), período que corresponde à antese. As manchas foram percorridas por dois coletores, durante 10 minutos a cada hora, totalizando 24

[1]Alunos de Ciências Biológicas, UFCG, Patos, Paraíba;
[3]Profa. (UFCG), Orientadora Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas – UACB, Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG Rodovia Patos/Teixeira, Bairro Santa Cecília, 58704-330, Patos/PB
3solakerpel@yahoo.com.br

horas de amostragem. Os visitantes florais foram coletados com redes entomológicas, sacrificados, montados, mantidos em estufa e etiquetados (dia e hora de coleta). Indivíduos de *Apis mellifera* não foram capturados por causa da sua fácil identificação, adotando-se o registro visual por estimativa. A guilda de visitantes de *W. rotundifolia* é composta por 66 espécies de insetos de três ordens: Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera. Foram registrados 1.356 indivíduos. Hymenoptera foi a mais abundante (1.141) e a mais rica (33). O período de maior atividade dos visitantes foi nas primeiras horas do dia, o pico foi entre 7h10min às 7h20min e o menor entre 11h10min a 11h20min que corresponde às últimas horas de antese. Foi observada correlação positiva entre o número de flores disponíveis e o número de visitantes. Houve predomínio de *A. mellifera* que pode estar relacionado ao seu comportamento generalista no uso de recursos. A exemplo de outros estudos, *W. rotundifolia* representa importante recurso para a manutenção da guilda de visitantes florais, contribuindo com a manutenção da diversidade local.

Palavras-chave: riqueza, abundância, diversidade, planta invasora, recurso.

Avaliação da Morfologia Floral e dos Visitantes Florais de dois Híbridos de Melão (*Cucumis melo* L.) em Cultivo Irrigado em Petrolina, PE

COELHO, M. S.[1]; FERNANDES, N. S.[2]; SILVA, T. A.[3]; RIBEIRO, M. F.[4]; COSTA, N. D.[4]; KIILL, L. H. P.[4]

No meloeiro (*Cucumis melo* L) ocorre variação fenotípica para caracteres morfológicos e a seleção de materiais deve priorizar não só atributos como produtividade de frutos, como também características florais que possam contribuir na eficiência da polinização. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois híbridos de melão em condições irrigadas no Semiárido pernambucano com relação à morfologia floral e o comportamento de seus visitantes. O estudo foi realizado, em junho de 2010, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Foram utilizadas sementes dos híbridos Tropical-F1 e HE.1x40, semeadas em bandejas e, posteriormente, plantadas em cultivo convencional com cobertura, irrigado por gotejamento. As avaliações foram realizadas a partir do 30º. dia de transplantio. Foram selecionadas dez flores de cada tipo floral, nos dois híbridos, para avaliação do diâmetro, da altura da flor e horário de antese. A frequência e o comportamento dos visitantes florais foram observados no período de 5h às 18h, em 3 dias não consecutivos, totalizando 39 horas de esforço amostral. Quanto à morfologia, verificou-se que as flores do híbrido Tropical-F1 apresentaram diâmetro maior do que o híbrido HE.1X40, nos dois tipos florais. Quanto à altura da corola, o híbrido HE.1X40 apresentou flores mais altas que o Tropica-F1. Não houve diferença quanto à antese em relação aos tipos florais e híbridos, sendo esta registrada por volta das 5h30min. Ao longo das observações, verificou-se a presença de *Apis mellifera*, *Xylocopa griscenses* e *Halictidae* sp.1 na área experimental, embora somente a primeira tenha sido registrada nas flores selecionadas para as observações. Não foram registradas visitas nos horários de 5h às 6h e das 17h às 18h nos dois tipos florais dos dois híbridos. O pico de

---

[1]Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial DTI-2/CNPq;
[2]Bolsista BFT/FACEPE;
[3]Bolsista PROBIO; 4 Pesquisadora da Embrapa Semiárido
BR 428, KM 152, C.P. 23, Zona rural, 56.302-970, Petrolina, PE; kiill@cpatsa.embrapa.br

visitação foi registrado no período de 10h às 15h para os dois híbridos. Comparando o padrão de visitação por tipo floral, verificou-se que as flores masculinas do híbrido Tropical-F1 e as hermafroditas do HE.1X40 foram mais visitadas por *A. mellifera*, que poderia ter influenciado a produtividade. A análise dos frutos mostrou que o híbrido HE.1X40 apresentou maior número de frutos/planta (2,1) do que o híbrido Tropical–F1 (1,43) e consequentemente maior produtividade por área, indicando que o padrão de visitação pode ter sido um dos fatores que influenciaram a formação dos frutos.

Palavras-chaves: *Apis mellifera*, *Cucumis melo* L., Tropical-F1, HE.1X40.

Apoio financeiro: CNPq.

Abelhas Visitantes de *Mouriri acutiflora* Naudin (Melastomataceae) Utilizam o Óleo dos Elaióforos como Recurso Floral?

OLIVEIRA, F.S.[1]; VIDIGAL, M.C.S.[1]; RÊGO, M.M.C.[2]; ALBUQUERQUE, P.M.C.[2]

A família Melastomataceae está entre os grupos de plantas mais abundantes e diversificados dos trópicos. Um dos recursos florais oferecido pelas flores de algumas Melastomataceae da tribo Memecyleae é o óleo floral, e *Mouriri acutiflora* apresenta tal característica. O estudo teve como objetivo verificar a biologia reprodutiva e as relações entre *M. acutiflora* e seus visitantes quanto à utilização do óleo floral. Uma população de *M. acutiflora* foi estudada quanto aos aspectos de fenologia reprodutiva, biologia floral, sistema de reprodução e atividade dos polinizadores de agosto de 2008 a dezembro de 2009. *M. acutiflora* possui floração anual e intermediária com picos entre agosto e setembro. A frutificação estende-se de agosto a fevereiro, com picos entre outubro e dezembro. O índice de autoincompatibilidade evidenciou que a espécie é parcialmente autoincompatível. As flores são pentâmeras com estames apresentando heteranteria. As anteras poricidas possuem elaióforo epitelial situado no conectivo e pólen e óleo como recursos. Dentre todos os visitantes de *M. acutiflora*, as maiores frequências de visitas foram de *Centris* (*Centris*) *caxiensis* (Ducke, 1907), *Melipona* (*Mellikerria*) *fasciculata* (Smith, 1854), *Xylocopa* (*Shonnherria*) *muscaria* (Fabricius, 1775) e *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *frontalis* (Olivier, 1789), sendo seus polinizadores efetivos. A presença de óleo nas anteras de *M. acutiflora* e marcas necróticas verificadas nos seus elaióforos, bem como a utilização do óleo para o umedecimento dos grãos de pólen, em *M. fasciculata* e *C. caxiensis*, caracteriza a exploração desse recurso por essas espécies. As evidências confirmam que Melastomataceae é uma

[1]Alunos do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (UFMA); [2]Profas. (UFMA) Laboratório de Estudos sobre Abelhas, Universidade Federal do Maranhão (UFMA) Av. dos Portugueses, s.n., 65085-580, São Luís, MA fs_oliveira19@yahoo.com.br

família com representantes que oferecem óleo como recurso, uma vez que *M. acutiflora* apresenta secreção de lipídeos dos elaióforos e é visitada e polinizada por abelhas coletoras de óleo como *C. caxiensis*.

Palavras-chave: criuli, óleo, Melastomataceae, visitantes florais.

Apoio financeiro: REUNI/CAPES.

Avaliação dos Visitantes Florais de dois Híbridos de Melão (*Cucumis melo* L.) em Cultivo Irrigado em Petrolina, PE

COELHO, M. S.[1]; FERNANDES, N. S.[2]; SILVA, T. A.[3]; RIBEIRO, M. F.[4]; COSTA, N. D.[4]; KIILL, L. H. P.[4]

Os visitantes florais são de grande importância para culturas agrícolas. No meloeiro (*Cucumis melo* L.), a polinização por insetos assegura uma boa produtividade e qualidade dos frutos. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois híbridos de melão em condições irrigadas no Semiárido pernambucano com relação ao comportamento de seus visitantes florais, assim como sua produtividade. O estudo foi realizado em junho de 2010, no Campo Experimental de Bebedouro, da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Foram utilizadas sementes dos híbridos Tropical-F1 e HE.1x40, semeadas em bandejas e, posteriormente, plantadas em cultivo convencional, irrigado por gotejamento. As avaliações foram realizadas a partir do 30º. dia de transplantio. A frequência e o comportamento dos visitantes florais foram observados no período de 5h às 18h, em 3 dias não consecutivos, totalizando 39 horas de esforço amostral. Não houve diferença quanto à antese em relação aos tipos florais, sendo esta registrada por volta das 5h30min para ambos. Ao longo das observações, verificou-se a presença das seguintes abelhas: *Apis mellifera*, *Xylocopa grisescens* e *Halictidae* sp na área experimental, embora somente a primeira tenha sido registrada nas flores selecionadas para as observações. Não foram registradas visitas de abelhas nos horários de 5h às 6h e das 17h às 18h nos dois tipos florais dos dois híbridos. O pico de visitação foi registrado no período de 10h às 15h para os dois híbridos totalizando 1.324 abelhas. Comparando-se o padrão de visitação por tipo floral, verificou-se que as flores masculinas do híbrido Tropical-F1 e as hermafroditas do HE.1X40 foram mais visitadas por *A. mellifera*, o que poderia ter influenciado a produtividade. A análise dos frutos mostrou que o híbrido HE.1X40

[1]Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial DTI-2/CNPq;
[2]Bolsista BFT/FACEPE;
[3]Bolsista PROBIO;
[4]Pesquisadoras da Embrapa Semiárido,
BR 428, KM 152, C.P. 23, Zona rural, 56.302-970, Petrolina, PE; marciacoelho.bolsista@cpatsa.embrapa.br

apresentou maior número de frutos/planta (2,1) do que o híbrido Tropical–F1 (1,43) e, consequentemente, maior produtividade por área, indicando que o padrão de visitação pode ter sido um dos fatores que influenciaram a formação dos frutos.

Palavras-chaves: *Apis mellifera*, *Cucumis melo* L., Tropical-F1, HE.1X40.

Apoio Financeiro: CNPq, FACEPE.

Comparação da Frequência de Forrageamento entre *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* em Tangerina Dancy (*Citrus reticulata* Blanco)

GUEDES, H. S.[1]; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.[2]; GOMES, A. M. de A.[3]; GOIS, G. C.[4]; OLIVEIRA, R. A. de[1]

A tangerina é uma cultura adaptada às condições climáticas do Brejo Paraibano, onde é bastante cultivada, principalmente no Município de Matinhas, o qual detém a maior produção do Estado. Seus frutos têm elevada importância econômica, entretanto, poucas pesquisas referem-se aos seus agentes polinizadores. Estes, quando conhecidos, podem ajudar no direcionamento do manejo de pomares visando melhorar a produtividade e qualidade das culturas. Com este trabalho objetivou-se comparar o uso de *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* na cultura de tangerina através da frequência de forrageamento em suas flores. Este estudo foi desenvolvido com a cultivar Dancy (*Citrus reticulata* Blanco) no Município de Matinhas, PB, o qual está na Mesorregião Agreste e Microrregião Brejo Paraibano. Utilizou-se metodologia consolidada, onde foram avaliados a frequência de visitação de ambas as espécies nas flores de tangerina, no decorrer do dia. Esses dados foram obtidos por contagem dos insetos nas flores durante os primeiros 10 minutos de cada hora, das 4h às 18h, com três repetições (dias 16, 17 e 18 de julho de 2010), anotando-se a quantidade de insetos presentes nas flores. Os comportamentos forrageiros foram avaliados por meio de observações visuais, no decorrer do dia, no período experimental. No levantamento foram feitas médias de forrageamento para cada espécie ao longo das 14 horas, com o auxílio de um programa estatístico para a comparação de médias através do modelo linear generalizado considerando a distribuição negativa binomial. Observou-se que houve efeito significativo em relação à comparação das frequências das duas espécies estudadas. Quando observado os raios

[1]Alunos de Agronomia (UFPB);
[2]Profa., Orientadora (UFPB);
[3]Aluno de Zootecnia (UFPB);
[4]Aluna do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
CCA/UFPB, SN, CEP: 58.397-000, Areia, PB
henriquesalesguedes@hotmail.com

de alcance das espécies durantes as contagens, só foram encontradas *Melipona scutellaris* (uruçu) em plantas com no máximo 800 metros de suas colônias; já a *A. mellifera* forrageou plantas aproximadamente até dois quilômetros. Concluiu-se que a *A. mellifera* foi a espécie mais eficaz no forrageamento das flores da tangerina Dancy ao longo do dia quando comparada à *M. scutellaris*.

Palavras-chave: *Citrus*, abelha africanizada, abelha nativa, polinização.

Apoio financeiro: CNPq (PIBIC).

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10026