

POLINIZAÇÃO POR ABELHAS EM FRUTEIRAS NO BRASIL

ANNA FRIDA HATSUE MODRO^{1*}, MÁRCIA D'AVILA² & LUIS CARLOS MARCHINI¹

¹Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Depto. de Entomologia e Acarologia, CP 09, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

²Universidade Federal de Santa Maria, Depto. de Engenharia Florestal, Rua Tuiuti, 1840, apto 401, Centro, 97015-662, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autora para correspondência: (fridamodro@gmail.com)

(Polinização por abelhas em fruteiras no Brasil) – Em diversas culturas agrícolas, a polinização entomófila é um dos fatores que contribui para o aumento da produtividade. A carência de polinizadores nativos permitiu que a polinização dirigida com abelhas se tornasse um importante aliado na produção agrícola, embora pesquisas para a avaliação da sua eficiência em algumas culturas ainda necessitem de ampla abordagem. Este trabalho teve por objetivo reunir informações sobre polinização com abelhas no Brasil em fruteiras como aceroleira, cajueiro, citros, macieira, maracujazeiro, meloeiro e morangueiro.

Palavras-chave: Melitofilia, polinização dirigida, polinizadores, produção agrícola.

(Fruit trees pollinated by bees in Brazil) – In several agricultural crops, entomophilous pollination is one of the factors contributing to yield increase. Lack of native pollinators allowed directed pollination with bees to become an important tool in agricultural production, although evaluation of its efficiency in some cultures still needs further study. This work aimed to collect information on pollination with bees in acerola, cashew, citrus, apple, passion fruit, melon and strawberry fruit trees in Brazil.

Key words: Melitophilia, directed pollination, pollinators, agricultural production.

INTRODUÇÃO

A polinização, como um dos processos mutualísticos mais freqüentes, envolve uma grande diversidade de plantas e animais, podendo a falta de um deles gerar a extinção do outro. Estima-se que 90% das 250 mil espécies de plantas com flores e 80% dos vegetais superiores de interesse econômico sejam polinizados especialmente por insetos, sendo as abelhas consideradas as mais eficientes (MCGREGOR, 1976).

No Brasil, o reconhecimento sobre a importância da polinização com abelhas está em fase de expansão, tendo conquistado espaço em centros de pesquisa, encontros técnicos e nos meios de comunicação (NOGUEIRA-COUTO & COUTO, 2007). Apesar disto, dada a biodiversidade de fruteiras nativas e cultivadas no Brasil, estudos ainda são incipientes. De acordo com FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA (2005), as poucas informações disponíveis sobre a dependência de polinização em culturas agrícolas, sobre os polinizadores efetivos e sobre respostas econômicas à polinização não permitem qualquer estimativa precisa do valor dos serviços de polinização para as culturas agrícolas brasileiras, nem do que é perdido com a falta de polinização adequada.

Além da carência de informações sobre os polinizadores, outro fator preocupante a ser considerado é a perda de polinizadores naturais como consequência do crescente desmatamento, queimadas, uso intensivo de agrotóxicos e outras atividades antrópicas de impacto negativo ao meio ambiente, resultando na diminuição da

produtividade de culturas de importância econômica (KREMEN *et al.*, 2007).

Uma alternativa utilizada pelos agricultores para suprir a falta de polinizadores naturais é a polinização dirigida com o uso de abelhas: técnica que consiste no direcionamento de polinizadores de modo específico para as flores de interesse (NOGUEIRA-COUTO & COUTO, 2007). O uso de abelhas para a polinização dirigida é facilitado pelo domínio de técnicas de manejo (MODRO *et al.*, 2006), pelo conhecimento sobre os benefícios das abelhas na polinização (D'AVILA & MARCHINI, 2005), pela dependência das abelhas por abrigo e recursos oferecidos pelas flores, tais como néctar, pólen e resinas (AGUIAR, 2003), comportamento forrageiro característico de algumas abelhas (NADIA & MACHADO, 2005), tendência em apresentar fidelidade à planta (FRISH, 1923) e pela facilidade em aceitar ambientes de cultivos protegidos, principalmente as abelhas sem ferrão (CRUZ *et al.*, 2004).

Em função do insuficiente número de estudos enfatizando o uso de polinizadores para o incremento da produtividade agrícola do país, este estudo apresenta informações sobre polinização em fruteiras de importância econômica, cujo benefício da polinização por abelhas é conhecido e incentivado como prática. Para cada uma das espécies frutíferas são apresentados aspectos relacionados à necessidade das plantas por agentes polinizadores, quais as espécies de abelhas que são polinizadores mais efetivos e manipuláveis, a atratividade das flores sobre as abelhas, bem como métodos de manejo e direcionamento de polinizadores para as flores.

FRUTEIRAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA PARA O BRASIL

Aceroleira (*Malpighiaceae emarginata* DC., Malpighiaceae)

A aceroleira é uma planta de pequeno porte, de clima tropical, natural nas Ilhas do Caribe, Norte da América do Sul, na América Central e no Sul do México. Foi introduzida em meados de 1920 no Brasil, onde tem sido intensamente cultivada (MANICA *et al.*, 2003).

Estima-se que, nos diferentes estados brasileiros, a soma da área plantada com a cultura seja superior a 10 mil ha, com destaque para os estados nordestinos (Bahia, Ceará, Paraíba e Pernambuco), com um volume de produção superior a 60% do total nacional, contribuindo de maneira efetiva para que o Brasil ocupe a posição de primeiro produtor mundial (SOARES-FILHO & OLIVEIRA, 2003).

A aceroleira produz flores em abundância, contudo, o pegamento de frutos é pequeno, o que se deve, possivelmente, à baixa eficiência da polinização aberta (FREITAS *et al.*, 1999; MANICA *et al.*, 2003). As flores são dispostas em pequenos cachos axilares pedunculados, de 3 a 5 flores hermafroditas, e estas com 1 a 2 cm de diâmetro. Os grãos de pólen são pegajosos, não dissemináveis pelo vento (OLIVEIRA *et al.*, 2003). A escassez de néctar torna a flor pouco atrativa para os agentes polinizadores mais comuns, como *A. mellifera* (FREITAS *et al.*, 1999). No entanto, podem ser visitadas pelas abelhas para a coleta de resina utilizada na composição da própolis, pois suas flores secretam óleos de glândulas que se localizam no cálice da flor, o que é característico da família Malpighiaceae (BUCHMANN, 1987).

A polinização por abelhas da família Apidae (Meliponina e Anthophorini) aumenta a frutificação, além de gerar produção de frutos mais regulares e maior número de sementes por fruto de acerola do que as flores submetidas a auto-fecundação ou a fecundação artificial (MARTINS *et al.*, 1999). As aceroleiras são polinizadas, principalmente, por abelhas coletoras de óleos, como espécies do gênero *Centris*, e embora espécies como *Trigona spinipes* (Fabr.), *Xylocopa frontalis* (Olivier) e *A. mellifera* serem visitantes de suas flores, estas abelhas não são polinizadores efetivos devido ao seu comportamento forrageiro e baixa frequência nas flores (FREITAS *et al.*, 1999).

Visando aumentar a produção e a qualidade dos frutos, recomenda-se: manter ausentes no local fontes florais no mesmo período de floração das aceroleiras, evitando a competição por polinizadores; conservar áreas florestais nas proximidades dos pomares possibilitando a manutenção e nidificação natural de populações de abelhas próximas das culturas (FREITAS *et al.*, 1999; MARTINS *et al.*, 1999).

Cajueiro (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae)

O cajueiro é uma árvore tropical nativa do Brasil (REDDI, 1991), sendo esta cultura de suma importância para

os Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, responsáveis por 95% da produção nacional (FREITAS, 1994). A produção nacional de castanha-de-caju no ano de 2008 foi de 239.702 toneladas na região Nordeste e neste mesmo ano, 3.145 toneladas de caju foram comercializados no CEAGESP – São Paulo (AGRIANUAL, 2010).

O cajueiro é uma árvore com flores masculinas e hermafroditas juntas em panículas terminais (andromônica). Cada árvore produz centenas de panículas de várias idades ao longo da estação de florescimento, que se mantêm de cinco a sete meses (FREITAS, 1994; DONADIO *et al.*, 2004). O forte aroma das flores e a viscosidade do pólen reforçam a necessidade de agentes polinizadores, sendo a falta destes o principal motivo da baixa produtividade de frutos (NORTHWOOD, 1966; FREITAS, 1994).

As flores do cajueiro passam por mudanças drásticas de coloração durante a antese, variando do branco no dia em que abrem para o róseo e deste para o vermelho no dia seguinte. A persistência das flores por até seis dias após abrirem, mesmo não sendo mais receptivas, sugere que elas aumentam a atratividade da planta à distância para potenciais polinizadores, enquanto os permite distinguir à curta distância entre as flores com recompensas de pólen e/ou néctar (flores brancas) daquelas já desprovidas de qualquer recompensa (flores vermelhas) (FREITAS, 1995).

A abelha solitária nativa *X. frontalis* é altamente eficiente na polinização desta espécie de planta, no entanto, essa abelha ainda não é manejada e, desta maneira, tem-se utilizado como alternativa a polinização por *A. mellifera*, que é considerada o polinizador mais importante em pomares comerciais de cajueiro no Nordeste do Brasil (FREITAS & PAXTON, 1996; FREITAS, 1997), proporcionando maior pegamento e peso de frutos (PAULINO, 1992).

Visando beneficiar-se com a polinização por abelhas, o agricultor deve evitar a ocorrência de plantas nas proximidades, cujas flores produzam pólen atrativo para abelhas, no mesmo período de florescimento do cajueiro. As abelhas devem ser protegidas de aplicações de inseticidas e a destruição de possíveis locais de nidificação deve ser evitada (FREITAS, 1994). Além disso, FREITAS & PAXTON (1998) recomendam a provisão adicional de abelhas para a obtenção de uma boa produtividade em cultivos comerciais.

Citros (*Citrus* spp., Rutaceae)

Os citros são originários das regiões tropicais e subtropicais da Ásia e do Arquipélago Malaio, estendendo-se desde a Índia, o norte da China, a Nova Guiné até a Austrália (SIMÃO, 1998). O Brasil produziu 18.394.719 toneladas de laranja no ano de 2008, sendo os Estados de São Paulo e Bahia os principais produtores (AGRIANUAL, 2010).

Uma das principais dificuldades que a citricultura nacional enfrenta é a baixa produtividade de frutos, sendo que o crescimento da produção é pelo aumento da área plantada e não pelo aumento da produtividade que poderia

ser incrementada com a utilização de abelhas na polinização (PASINI, 1989; PARANHOS, 1996).

As flores de laranja produzem grande quantidade de néctar e, apesar do período de abertura da flor ser de apenas uma semana, o grande número de flores existentes na cultura estende o período de produção de néctar para três ou mais semanas (VANSELL & WATKINS, 1942). A maioria das variedades produz flores hermafroditas, no entanto, os grãos de pólen dos citros são aderentes e viscosos, sendo que a polinização cruzada efetuada por abelhas é o meio mais consistente, efetivo e econômico de assegurar produções adequadas em variedades auto-incompatíveis (VANSELL & WATKINS, 1942; SIMÃO, 1998; QUEIROS-VOLTAN & SILVA, 2005).

Apesar das laranjas doces (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) serem citadas como autógamas, a alogamia tem sido demonstrada pelo aumento da produção de frutos com o uso de polinizadores efetivos, sendo que 68% de 34 diferentes variedades representantes desta espécie produziram maior quantidade de frutos sob a polinização aberta (DOMINGUES & TULMANN-NETO, 1999).

Com a atuação, principalmente de *A. mellifera*, em pomar de *Citrus* foi observada uma maior produção de frutos e maior peso total ('Hamlin', 'Natal', 'Pêra', 'Pêra-rio' e 'Valência'), maior número de sementes e porcentagem de suco ('Hamlin', 'Natal', 'Pêra-rio' e 'Piralima'), maior *Ratio* (°Brix/acidez) ('Natal', 'Hamlin' e 'Pêra-rio') e menor concentração de prolina ('Natal') (GONZALES, 1960; TREVISAN, 1983; PASINI, 1989; MALERBO-SOUZA, 1991; PARANHOS, 1996; MALERBO-SOUZA *et al.*, 2003a).

As espécies de abelhas que conhecidamente polinizam as flores de laranjeiras são *A. mellifera* e *Melipona scutellaris* (Latr.) (TREVISAN, 1983; BARROS, 1994). No entanto, em floradas abundantes somente a presença de enxames naturais não é suficiente para polinizar o grande número de flores que se abrem, sendo necessária a instalação de colméias de abelhas para garantir uma boa produção de frutos (TREVISAN, 1983). Em geral, para o bom desenvolvimento das colméias instaladas, estas devem ser protegidas das aplicações de inseticidas, no entanto, inseticidas como lufenuron e tebufenozide e o acaricida cyhexatin, utilizados em cultivos de *Citrus*, não apresentaram efeitos deletérios sobre adultos de *A. mellifera* (CARVALHO, 2006).

Visando aumentar as visitas de abelhas na cultura, os extratos de capim-limão, Bee-Here®, eugenol, citral e geraniol, diluídos em água e pulverizados sobre os laranjais, podem ser usados com sucesso como atrativos para *A. mellifera* (MALERBO-SOUZA *et al.*, 2004); a atratividade destes produtos sobre insetos potencialmente pragas carece de maiores estudos.

Macieira (*Malus domestica* Borkh, Rosaceae)

A macieira é originária da Europa e foi introduzida no Brasil adaptando-se melhor em regiões de clima frio (GOMES, 1983). Em 2008, o Brasil comercializou 1.121.468

toneladas de maçãs, sendo a produção concentrada principalmente nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (AGRIANUAL, 2010).

As flores da macieira apresentam coloração, abundância do número de flores e oferta de néctar e pólen como recurso trófico, o que as tornam atrativas aos visitantes florais. No entanto, o baixo rendimento nacional deve-se, provavelmente, à polinização inadequada (PETRI, 1986).

Apesar de a flor ser hermafrodita, a polinização cruzada da macieira deve ser realizada entre cultivares distintas, sendo que a cultivar produtora deve receber o pólen de uma cultivar diferente e compatível com a primeira, a qual é denominada polinizadora. Quando a polinização é eficiente, ela garante uma boa produção de frutos, além de aumentar o tamanho e melhorar a simetria dos mesmos (GOMES, 1983; PETRI, 1986; FREE, 1993).

No Sul do Brasil, em 2004, foram alugadas aproximadamente 45 mil colônias de *A. mellifera* para polinizar áreas de cultivos de macieiras (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005), sendo recomendado o uso de 2,5 colméias por hectare para visitar todas as flores do pomar (PARANHOS *et al.*, 1998). De acordo com estes autores, as abelhas preferem coletar néctar e pólen das flores mais próximas da colméia. Desta maneira, para o melhor aproveitamento das abelhas na polinização é importante a distribuição homogênea das colméias individualmente ou como recomendado por PETRI (1986), em grupos de 2 a 4 colméias, em toda a extensão do cultivo.

Outro fator importante a ser considerado é o uso de fungicidas e inseticidas, pois alguns podem ser prejudiciais quando aplicados em plena floração, atuando como repelentes ou sendo tóxico às abelhas ou, ainda, afetar a germinação dos grãos de pólen, como é o caso dos fungicidas cúpricos (PETRI, 1986).

Maracujazeiro (*Passiflora* spp., Passifloraceae)

A família Passifloraceae está distribuída nas áreas tropicais, principalmente nas Américas e na África (JOLY, 1985). O Brasil é o maior produtor e consumidor de maracujá no mundo, sendo os Estados da Bahia e Espírito Santo os principais produtores brasileiros, e as tendências apontam para uma ampliação no consumo desta fruta no país (FERRAZ & LOT, 2007).

O maracujazeiro é uma planta alógama por excelência, sendo a polinização um dos fatores que mais influem na sua frutificação (BRUCKNER & SILVA, 2001). Suas flores apresentam características morfológicas que auxiliam na atratividade, como o tamanho grande das flores, cor vibrante, forte odor e néctar abundante. O maracujazeiro possui flores solitárias e hermafroditas, que possuem três mecanismos que dificultam a auto-polinização: a incompatibilidade gametofítica, os estigmas no ápice do androginóforo (posição bem acima das anteras) e a ocorrência de protândria (o pólen fica maduro antes dos estigmas estarem receptivos) (RIBEIRO, 2000; DONADIO *et al.*, 2004).

As mamangavas (*Xylocopa* spp.) são polinizadores eficientes, pois o seu tamanho permite o toque nos órgãos reprodutivos da flor (RUGGIERO, 1973). Outras abelhas frequentemente observadas visitando flores de maracujá podem causar injúrias nas flores, como *T. spinipes* (BOIÇA JÚNIOR *et al.*, 2004), ou coletar néctar e pólen sem realizar a polinização, como *A. mellifera*, tornando as flores menos atrativas para os polinizadores efetivos e dificultando a polinização artificial devido à diminuição de pólen, antes mesmo das flores estarem totalmente abertas (RIBEIRO, 2000).

Para a realização da polinização eficiente e a diminuição de perdas ocasionadas por *A. mellifera*, recomenda-se o uso de repelentes ou o cultivo de espécies atrativas para *Apis*, como picão-preto (*Bidens pilosa* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) ou cosmos (*Cosmos sulphureus* Cav.) entre linhas na cultura (RIBEIRO, 2000; MALERBO-SOUZA *et al.*, 2003b; NICODEMO & NOGUEIRA-COUTO, 2004). No entanto, estas plantas podem afetar a produtividade de fruteiras (KIILL *et al.*, 2000), sendo necessários maiores estudos para sua implantação comercial.

O aumento do número de ninhos de *Xylocopa* pode ser obtido com a manutenção de vegetação atrativa para estas abelhas, mas que não floresçam simultaneamente com o maracujazeiro. A implantação de caixas racionais próprias para a criação de *Xylocopa* (FREITAS & OLIVEIRA-FILHO, 2003), vigotas perfuradas ou gomos de bambus (CAMILLO, 2000), na área de cultivo, podem contribuir para elevar os índices de polinização e produtividade do maracujazeiro.

Meloeiro (*Cucumis melo* L., Cucurbitaceae)

O meloeiro é uma cucurbitácea introduzida no Brasil, sendo proveniente da Ásia tropical (GOMES, 1983). Nos últimos três anos, o mercado doméstico brasileiro não apresentou crescimento significativo para o melão, porém, as exportações cresceram expressivamente entre 2002 e 2003. O Rio Grande do Norte e o Ceará são os dois principais estados produtores, sendo responsáveis por 80% da safra brasileira (FERRAZ & LOT, 2007).

O meloeiro apresenta flores masculinas e femininas localizadas separadamente na mesma planta, sendo que no início da floração surgem apenas as flores masculinas e após 3 a 5 dias tem início o aparecimento simultâneo de flores masculinas e femininas (COSTA & GRANGEIRO, 2003). Os grãos de pólen são pesados e viscosos, dependendo de uma alta eficiência das abelhas na polinização de suas flores para uma boa produtividade (FILGUEIRA, 2008). As variedades Valenciano amarelo, Net-melo (KATO, 1997) e Gold pride (TRINDADE *et al.*, 2004) são totalmente dependentes da ação de polinizadores, sendo que na ausência destes praticamente não há produção de frutos.

A cultura do melão no Nordeste brasileiro tem utilizado colônias de *A. mellifera* para obtenção de maior quantidade e qualidade de frutos, sendo alugadas aproximadamente 10 mil colônias para esta finalidade em 2004 (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005). Para o plantio

comercial é recomendado o uso de 2 a 4 colméias/ha (LOPES & SIMÕES, 2006).

De acordo com FERRAZ & LOT (2007), analisados os custos médios de produção de melão, verifica-se uma margem de lucro pequena para os produtores, e a questão da qualidade é de fundamental importância, sendo que as frutas melhores alcançam melhores preços no mercado interno e entram com mais facilidade nos mercados externos, que são muito mais compensadores.

Morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch., Rosaceae)

A partir do século XIX ocorreu um grande avanço com a produção de cultivares superiores. Assim, a cultura do morangueiro passou a despertar interesse comercial, inicialmente na América do Norte e, depois, na Europa, Ásia, América do Sul e África. As cultivares que deram origem a cultivar comercial de morangueiro conhecida como *Fragaria x ananassa* Duch. foram principalmente *Fragaria chiloensis* e *F. virginiana* (OLIVEIRA & SANTOS, 2003).

No ano de 2008, o Brasil comercializou 10.585 toneladas de morango no CEAGESP – São Paulo, sendo cerca de 70% desta produção *in natura* e o restante industrializado (AGRIANUAL, 2010). Os principais produtores brasileiros são os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Espírito Santo (DUARTE-FILHO *et al.*, 2007).

O morango é um fruto composto formado pelo desenvolvimento do receptáculo floral contendo dezenas de aquênios; se a polinização for ineficiente, os ovários não são todos fertilizados, gerando a má formação dos frutos (PADOVANI, 1991).

As flores do morangueiro podem ser hermafroditas, pseudo-hermafroditas (estames atrofiados) ou unissexuais. Nas flores ocorre a protoginia, onde os estigmas são receptivos antes do pólen da mesma flor estar disponível e, portanto, essa cultura necessita de polinização cruzada, e quase sempre entomófila (PADOVANI, 1991), pois a polinização pelo vento é ineficiente (MALAGODI-BRAGA, 2002).

Os visitantes florais mais frequentes da cultura do morangueiro são abelhas da tribo Apini, sendo os meliponíneos os polinizadores mais eficientes pela quantidade de pólen transportado e pela frequência de visitação no cultivo. Apesar de autocompatíveis, as flores primárias das variedades Campinas, Oso Grande e Sweet Charlie necessitam de um polinizador para a produção de frutos bem formados, principalmente àqueles destinados ao mercado *in natura* (MALAGODI-BRAGA, 2002).

Nas variedades Oso Grande, Tudla e Chandler, os valores mais elevados para a porcentagem de frutos para o mercado *in natura*, a taxa de fecundação e o peso dos frutos foram obtidos com a polinização de jataí (*Tetragonisca angustula* Latr.) em estufa e em campo (MALAGODI-BRAGA, 2002; CALVETE *et al.*, 2005).

Visando aumentar a visitação das abelhas nas flores, a vegetação no entorno às áreas de cultivo e a introdução de colméias de abelhas jataís podem exercer uma

grande influência na diversidade e abundância de abelhas no morangueiro (MALAGODI-BRAGA, 2002).

OUTRAS FRUTEIRAS

Os benefícios da polinização são ainda pouco conhecidos para várias fruteiras cultivadas no Brasil. Neste sentido, destaca-se a importância dos estudos pioneiros direcionados ao cultivo do abacateiro (*Persea americana* Mill.) (MALERBO-SOUZA *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2002), açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) (VENTURIERI *et al.*, 2005), atemoieira (*Annona squamosa* x *Annona cherimola*) (MELO *et al.*, 2002a), cherimóia (*Annona cherimola* Mill.) (MELO *et al.*, 2002b), coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (MENDONÇA, 2002; CONCEIÇÃO *et al.*, 2004), goiabeira (*Psidium guajava* L.) (GUIMARÃES, 2006), gravioleira (*Annona muricata* L.) (CAVALCANTE, 2000), muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.) (PEREIRA & FREITAS, 2002; REGO *et al.*, 2006), pessegueiro (*Prunus persica* L.) (MOTA & NOGUEIRA-COUTO, 2002) e pinheira (*Annona squamosa* L.) (CAMPOS *et al.*, 2004).

NÍVEIS DE DEPENDÊNCIA DE FRUTEIRAS POR POLINIZAÇÃO ENTOMÓFILA

Utilizando o método proposto por KLEIN *et al.* (2007) para a classificação de cultivos pelos seus respectivos níveis de dependência pela polinização mediada por animais, e considerando apenas os cultivos de fruteiras de importância econômica para o Brasil, publicado no AGRIANUAL (2010), os estudos demonstram que em 20% das fruteiras, sendo elas o cajueiro (FREITAS, 1994), macieira (PETRI, 1986), maracujazeiro (RIBEIRO, 2000; FREITAS & OLIVEIRA-FILHO, 2003) e meloeiro (KATO, 1997; TRINDADE *et al.*, 2004), a polinização por abelhas é essencial, aumentando a produtividade destas culturas em mais de 90% (Fig. 1).

Aceroleira (MARTINS *et al.*, 1999), abacateiro (MALERBO-SOUZA *et al.*, 2000) e goiabeira (ALVES & FREITAS, 2006) têm aumento entre 40 e 90% da produtividade com o auxílio das abelhas. Citros (TREVISAN, 1983; MALERBO-SOUZA *et al.*, 2003a), coqueiro (MENDONÇA, 2002), morangueiro (CALVETE *et al.*, 2005) e pessegueiro (MOTA & NOGUEIRA-COUTO, 2002) apresentaram aumento entre 10 e 40% da produtividade.

Frutos produzidos por partenocarpia, como os frutos de abacaxizeiro (MANICA, 1999) e bananeira (DANTAS *et al.*, 1997), não se beneficiam com a polinização. Em vários cultivos, os benefícios da polinização por abelhas ainda são desconhecidos ou pouco divulgados no Brasil, como a ameixeira, cacauzeiro, mamoeiro, mangueira, melancia, nectarineira e videira.

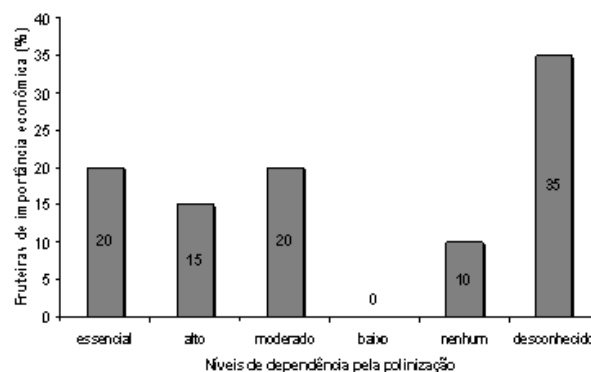


Fig. 1. Níveis de dependência pela polinização de abelhas, por fruteiras de importância econômica para o Brasil. Essencial = aumento da produtividade maior que 90% com o uso de abelhas na polinização; Alto = aumento da produtividade entre 40 e 90%; Moderado = aumento entre 10 e 40%; Baixo = aumento entre 0 e 10%; Nenhum = sem aumento na produtividade; Desconhecido = sem estudo realizado.

Desta maneira, 55% das fruteiras de importância econômica para o Brasil são beneficiadas com a polinização por abelhas, tendo aumento maior que 10% na sua produtividade; para 10% das fruteiras não há benefícios com a polinização, e para os 35% restantes ainda não tem estudos no Brasil (Fig. 1). Os trabalhos com polinização de fruteiras foram realizados principalmente na região Nordeste (aceroleira, cajueiro, coqueiro, goiabeira, maracujazeiro e meloeiro), Sudeste (abacateiro, citros, maracujazeiro e pessegueiro) e Sul (macieira e morangueiro) do Brasil. São necessários estudos para a obtenção de dados aplicados às regiões onde se pretende implantar o programa de polinização, uma vez que esses resultados podem variar significativamente a depender dos fatores bióticos e abióticos locais (FREITAS & IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

CONCLUSÕES

A utilização das abelhas para polinização, associada ao manejo adequado das colméias e à eficiência de atrativos para as mesmas, podem proporcionar maior produtividade em fruteiras exploradas comercialmente no Brasil. Vários estudos comprovam a sua eficiência, principalmente na região Nordeste e Sudeste do país, sendo as demais regiões carentes de informações consistentes sobre a interação de suas fruteiras e seus efetivos polinizadores.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de estudos concedida.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. 2010. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP consultoria e comércio.
- AGUIAR CML. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Rev. Bras. Zool.** 20(3): 457-467.
- ALVES JE & BM FREITAS. 2006. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Rev. Ciênc. Agron.** 37(2): 216-220.
- BARROS JRS. 1994. **Genética da capacidade de produção de mel com abelhas *Melipona scutellaris*, com meliponicultura migratória e sua adaptabilidade no sudoeste do Brasil**. MSc. Diss. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal.
- BOIÇA JÚNIOR AL, SANTOS TM & J PASSILONG. 2004. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de Maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos as flores. **Neotrop. Entomol.** 33(2): 135-139.
- BRUCKNER CH & MM SILVA. 2001. Florescimento e frutificação, p. 51-68. In: CH BRUCKNER & MC PICAÑO (eds.). **Maracujá: tecnologia de produção, pós colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre, Cinco Continentes.
- BUCHMANN SL. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 18: 343-369.
- CALVETE EO, ROCHA HC, ANTUNES OT & AA NIENOW. 2005. **Morangueiro polinizado pela abelha Jataí em ambiente protegido**. Passo Fundo: UPF.
- CAMILLO E. 2000. Polinização do maracujazeiro: mamangavas x africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000. V.13. CD-Rom.
- CAMPOS RS, LEMOS EEP, OLIVEIRA JF, FONSECA, FKP, SANTIAGO, AD & PG BARROS. 2004. Polinização natural, manual e autopolinização no pegamento de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) em Alagoas. **Rev. Bras. Frut.** 26(2): 261-263.
- CARVALHO SM. 2006. **Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros a operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. MSc. diss. Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CAVALCANTE TRM. 2000. **Polinização manual e natural da gravioleira (*Annona muricata* L., Annonaceae)**. MSc diss. Universidade Federal de Viçosa Viçosa.
- CONCEIÇÃO ES, DELABIE JHC & AO COSTA-NETO. 2004. A entomofilia do coqueiro em questão: avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. **Neotrop. Entomol.** 33(6): 679-683.
- COSTA ND & LC GRANGEIRO. 2003. Manejo cultural. **Frutas do Brasil** 33: 86-88.
- CRUZ DO, FREITAS BM, SILVA LA DA, SILVA EMS DA & IGA BOMFIM. 2004. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. **Acta Scientiarum** 26(3): 293-298.
- DANTAS ACVL, DANTAS JLL & EJ ALVES. 1997. Estrutura da planta, p. 47-59. In: EJ ALVES (ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Cruz das Almas, Embrapa CNPMP.
- D'AVILA M & LC MARCHINI. 2005. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim da Indústria Animal** 62(1): 79-90.
- DOMINGUES ET & A TULMANN-NETO. 1999. Influência da polinização e da morfologia floral na frutificação de variedades de laranja-doce. **Scientia Agricola** 56(1): 163-170.
- DONADIO LC, MÔRO FV & AA SERVIDONE. 2004. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal, Novos talentos.
- DUARTE-FILHO J, ANTUNES LEC & JG PÁDUA. 2007. Cultivares. **Informe Agropecuário** 28(236): 20-23.
- FERRAZ JV & L LOT. 2007. Maracujá: fruta para consumo *in natura* tem boa perspectiva de renda, p. 387-388. In: **AGRIANUAL. Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo, FNP Consultoria e Comércio.
- FILGUEIRA FAR. 2008. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora da UFV.
- FREE JB. 1993. **Insect pollination of crops**. London, Academic Press.
- FREITAS BM. 1994. Beekeeping and cashew in North-Eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World** 75(4): 160-168.
- FREITAS BM. 1995. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale*)**. University of Wales College of Cardiff, Tese.
- FREITAS BM. 1997. Number and distribution of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains on the bodies of its pollinators, *Apis mellifera* and *Centris tarsata*. **J. Apic. Res.** 36(1): 15-22.
- FREITAS BM & VL IMPERATRIZ-FONSECA. 2005. A importância econômica da polinização. **Mensagem doce** 80: 44-46.
- FREITAS BM & JH OLIVEIRA-FILHO. 2003. Ninhos racionais para mamangavas (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciênc. Rural** 33(6): 1135-1139.
- FREITAS BM & RJ PAXTON. 1996. The role of wind insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **J. Agric. Sci.** 126: 319-326.
- FREITAS BM & RJ PAXTON. 1998. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **J. Appl. Ecol.** 35: 109-121.
- FREITAS BM, ALVES JE, BRANDÃO GF & ZB ARAÚJO. 1999. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. **J. Agric. Sci.** 33: 303-311.
- FRISH KV. 1923. Ueber die Sprache der Bienen. **Zool. Jahrb.** 40: 1-186.
- GOMES RP. 1983. **Fruticultura brasileira**. São Paulo, Nobel.
- GONZALES CE. 1960. **El cultivo de los agrios**. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agronomicas.
- GUIMARÃES RA. 2006. **Abelhas (Hymenoptera:Apoidea) visitantes das flores de Goiaba (*Psidium guajava* L.), Laranja (*Citrus sinensis* L.) e Tangerina (*Citrus reticulata* B.) em pomares comerciais em Salinas – MG**. MSc diss. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- JOLY AB. 1985. **Botânica: introdução a taxonomia vegetal**. São Paulo, Nacional.
- KATO EC. 1997. **Polinização em cultura do melão (*Cucumis melo* L.) no Nordeste (campo aberto) e no Sul (estufa), testando atrativos para *Apis mellifera***. Monografia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal.
- KHILL LHP, HAJI FNP & PCF LIMA. 2000. Visitantes florais de plantas invasoras de áreas com fruteiras irrigadas. **Scientia Agricola** 57(3): 575-580.
- KLEIN A, VAISSEIRE BE, CANE JH, STEFFAN-DEWENTER I, CUNNINGHAM SA, KREMENS C & T TSCHARNTKE. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.** 274(1608): 303-313.
- KREMENS C, WILLIAMS NM & RW THORP. 2007. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA** 99(26): 16812-16816.

- LOPES A & AM SIMÕES. 2006. **Produção integrada de Hortícolas: família das Cucurbitáceas**. Oeiras: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas e Direcção Geral de Protecção das Culturas.
- MALAGODI-BRAGA KS. 2002. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananasa* Duch. – Rosaceae)**. Tese. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MALERBO-SOUZA DT. 1991. **Polinização entomófila em três variedades de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**. MSc diss. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto.
- MALERBO-SOUZA DT, TOLEDO VAA, SILVA SR & FF SOUSA. 2000. Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). *Acta Scientiarum* 22(4): 937-941.
- MALERBO-SOUZA DT, NOGUEIRA-COUTO RH & LA COUTO. 2003a. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pêra-rio). *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 40: 237-242.
- MALERBO-SOUZA DT, CHARLIER A, ROSSI MM, PINTO AS & RH NOGUEIRA-COUTO. 2003b. Métodos para atrair e repelir a abelha *Apis mellifera* (L.) em cultura de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa flavicarpa* Deg.). *Acta Scientiarum* 25(1): 1-8.
- MALERBO-SOUZA DT, NOGUEIRA-COUTO RH & LA COUTO. 2004. Honey bee attractants and pollination in sweet orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, var. Pera-rio. *J. Venom. Anim. Toxins* 10(2): 144-153.
- MANICA I. 1999. **Fruticultura tropical: abacaxi**. Porto Alegre: Cinco Continentes.
- MANICA I, ICUMA IM, FIOVAVANÇO JC, PAIVA JR, PAIVA MC & NTV JUNQUEIRA. 2003. **Acerola: tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados**. Porto Alegre: Cinco Continentes.
- MARTINS CGM, LORENZON MCA & JL BAPTISTA. 1999. Eficiência de tipos de polinização em acerola. *Caatinga* 12(1/2): 55-59.
- MCGREGOR SE. 1976. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington, DC: Agriculture Research Service United States, Department of Agriculture.
- MELO MR, POMMER CV & R KAVATI. 2002a. Polinização artificial da Atemóia com diversas fontes de pólen comparada com a natural. *Bragantia* 61(3): 231-236.
- MELO MR, POMMER CV, KAVATI R & T TOKUNAGA. 2002b. Polinização natural e artificial da Cherimóia (*Annona cherimola* Mill.) no estado de São Paulo. *Rev. Bras. Frut.* 24(3): 631-633.
- MENDONÇA GA. 2002. **Polinização entomófila do coqueiro (*Cocos nucifera* L.)**. Tse, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.
- MODRO AFH, RIEDER A & VM ALEIXO. 2006. Dinâmica populacional de abelhas (*Apis mellifera* L.) e caracterização do manejo apícola, segundo apicultores de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. *Sitientibus* 6(1): 69-75.
- MOTA MOS & RH NOGUEIRA-COUTO. 2002. Polinização entomófila em pessegueiro (*Prunus pérsica* L.). *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 39(3): 124-128.
- NADIA TL & IC MACHADO. 2005. Polinização por vibração e sistema reprodutivo de duas espécies de *Sauvagesia* L. (Orchnaceae). *Rev. Bras. Bot.* 28(2): 255-265.
- NICODEMO D & RH NOGUEIRA-COUTO. 2004. Use of repellents for honeybees (*Apis mellifera* L.) *in vitro* in the yellow passion-fruit (*Passiflora edulis* Deg.) crop and in confined beef cattle feeders. *J. Venom. Anim. Toxins* 10(1): 77-85.
- NOGUEIRA-COUTO RH & LA COUTO. 2007. Utilização de polinizadores na conservação e sustentabilidade da agricultura. *Mensagem doce* 90: 2-10.
- NORTHWOOD PJ. 1966. Some observations on flowering and fruit-setting in the cashew *Anacardium occidentale* L. *Trop. Agric.* 43(1): 35-42.
- OLIVEIRA MAC & AM SANTOS. 2003. Classificação botânica, origem e evolução. *Frutas do Brasil* 40: 16-17.
- OLIVEIRA JRP, SOARES-FILHO WS, KOBAYASHI AK & R RITZINGER. 2003. Aspectos botânicos, p. 17-23. In: R RITZINGER, AK KOBAYASHI & JRP OLIVEIRA (eds.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- PADOVANI MI. 1991. **Morango: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos**. São Paulo: Ícone.
- PARANHOS BAJ. 1996. **Aumento na produção e qualidade de laranja Hamlin, Natal, Valência e Pêra (*Citrus sinensis* O.), através da polinização dirigida por abelhas (*Apis mellifera* L. 1578) (Hymenoptera: Apidae)**. Tese, Universidade Estadual Paulista.
- PARANHOS BAJ, WALDER JMM & LC MARCHINI. 1998. Densidade de colméias de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera: Apidae), para polinizar Maçã cv. Anna. *Scientia Agricola* 55(3): 355-359.
- PASINI FM. 1989. **Influência da polinização entomófila sobre a produção e as características dos frutos da laranjeira cultivar “Piralima” (*Citrus sinensis* Osbeck)**. MSc diss. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.
- PAULINO FDG. 1992. **Polinização entomófila em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no litoral de Pacajus - CE**. MSc diss. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.
- PEREIRA JOP & BM FREITAS. 2002. Estudo da biologia floral e requerimentos de polinização do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). *Rev. Ciênc. Agron.* 33(2): 5-12.
- PETRI JL. 1986. Polinização e fertilização, p. 133-162. In: EMPASC (org.). **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária.
- QUEIROS-VOLTAN RB & B SILVA. 2005. Morfologia dos citros, p. 105-123. In: D MATTOS JÚNIOR, DE NEGRI JD, PIO RM & J POMPEU JÚNIOR (eds.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag.
- REDDI EUB. 1991. Pollinating agent of cashew – Wind or insects? *Indian Cashew J.* 20: 13-18.
- REGO MMC, ALBUQUERQUE PMC, RAMOS MC & LM CARREIRA. 2006. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do Murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae) no Maranhão. *Neotrop. Entomol.* 35(5): 579-587.
- RIBEIRO AMF. 2000. **Polinização e uso de atrativos e repelentes para *Apis mellifera* (L.) em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), girassol (*Helianthus annuus* L.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e soja (*Glycine max* Merrill)**. MSc diss. Universidade Estadual de São Paulo.
- RUGGIERO C. 1973. **Estudos sobre a floração e polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)**. Tese. Universidade Estadual de São Paulo.
- SILVA SR, MALERBO-SOUZA DT & VAA TOLEDO. 2002. Métodos para atrair a abelha *Apis mellifera* L. em cultura de abacate (*Persea americana* Mill.). *Acta Scientiarum* 24(4): 889-896.
- SIMÃO, S. 1998. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: Fealq.
- SOARES-FILHO WS & JRP OLIVEIRA. 2003. Introdução, p. 15-16. In: R RITZINGER, AK KOBAYASHI & JRP OLIVEIRA (eds.). **A cultura da aceroleira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- TREVISAN M. 1983. Importância das abelhas *Apis mellifera* na polinização de *Citrus sinensis*. *Laranja* 4: 269-279.
- TRINDADE MSA, SOUZA AH, VASCONCELOS WE, FREITAS RS, SILVA AMA, PEREIRA DS & PB MARACAJÁ. 2004. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. *Rev. Biol. Ciênc. Terra* 4(1): 22-32.
- VANSELL GH & WG WATKINS. 1942. Orange nectar and pollen in relation to bee activity. *J. Econ. Entomol.* 35(3): 321-323.
- VENTURIERI GC, RODRIGUES ST & CAB PEREIRA. 2005. As abelhas e as flores do Açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart. – Arecaceae). *Mensagem doce* 80: 32-33.