



Capítulo 1

Manejo de polinizadores em *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) no Vale do Submédio Rio São Francisco

Lúcia Helena Piedade Kiill¹; Kátia Maria Medeiros de Siqueira²

1. Caracterização da espécie polinizada

1.1 - Taxonomia, origem, distribuição geográfica e histórico da utilização pelo homem

A mangueira pertence à família Anacardiaceae, ao gênero *Mangifera*, no qual são descritas 39 espécies, muitas das quais encontradas no Sudeste da Ásia, sendo distinguíveis entre si pelo número de estames viáveis (Mukherjee 1985).

As variedades desta frutífera estão divididas em dois grupos: o indiano, que se caracteriza por apresentar flores com um estame viável, frutos de formato oblongo-ovalado, com casca rósea a vermelha, sementes monoembriônicas e suscetíveis a doenças; e o indochinês (filipínica), cujas flores têm cinco estames viáveis, frutos de formato longo, casca variando de verde a amarela, sementes poliembriônicas e medianamente resistentes a doenças (Campbell & Malo 1974, Mukherjee 1985, Pinto & Ferreira 1999).

Quanto à origem, é nativa da Ásia, mais precisamente do Noroeste da Índia (Assam), Sudeste do continente asiático e das ilhas circunvizinhas. Neste país, esta fruteira tem sido cultivada há mais de 4.000 anos, com cerca de 1.000 variedades reconhecidas (Mukherjee 1953, citado por Davenport & Núñez-Elisea 1997).

O início da dispersão da manga em todo o mundo foi atribuído ao viajante chinês Hwen Tsang, que visitou o Indostão por volta de 632 D.C. (Popenoe 1939). Gradualmente, a cultura da mangueira se dispersou pelos países tropicais e subtropicais, onde seleções foram realizadas levando em consideração a adaptação às condições particulares locais (Davenport & Núñez-Elisea 1997).

A introdução da mangueira nas colônias espanholas no continente americano ocorreu por volta dos séculos XV e XVI, no México, sendo posteriormente levada para o Havá e Califórnia no século XVII (Mukherjee 1948). No século XVI, sementes e mudas de manga foram trazidas pelos portugueses da Índia para a África e, em seguida, para o Brasil, sendo este considerado como o primeiro país a cultivar esta fruteira nas Américas. Nesta época, o maior obstáculo para a dispersão da manga era a característica de vida curta das sementes, que eram, até então, o único meio conhecido de propagação e disseminação (Simão 1971, Pinto & Ferreira 1999).

¹ Embrapa Semiárido, Br 428, Km 152, s/n, zona rural, Petrolina-PE, C.P. 23, CEP 56.302-970. kiill@cpatsa.embrapa.br

² Universidade do Estado da Bahia. kattiauneb@yahoo.com.br

Atualmente, a cultura encontra-se distribuída em mais de 87 países do mundo, embora sua grande concentração esteja entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, na latitude de 20° Norte e Sul (Mukherjee 1985).

No Brasil, o cultivo se manteve limitado, até a década de 1960, com o predomínio de variedades originárias da raça filipínica, que são geralmente de polpa fibrosa, de baixa qualidade, com sementes poliembriônicas e com pequena variação genética, o que fez com que a produção dessa fruteira ficasse voltada para o mercado regional (Pinto *et al.* 2002).

De acordo com Pinto *et al.* (2002), nesse mesmo período, foram realizadas introduções de variedades melhoradas da raça indiana procedentes da Flórida–USA, portadoras de melhor qualidade de polpa, frutos bem coloridos, com sementes monoembriônicas e mais resistentes a doenças, possibilitando a ampliação do mercado interno e permitindo a expansão dessa comercialização para o mercado externo.

Com o aumento da demanda interna e interesse crescente pelas exportações a partir de 1980, as variedades Tommy Atkins e Keitt tornaram-se as mais utilizadas em plantios comerciais no país. Neste período, tiveram início os plantios no Semiárido brasileiro e, já na década de 90, o Brasil consolidou-se como exportador de manga. Com a abertura comercial, a região tornou-se o maior exemplo de desenvolvimento agrícola em áreas irrigadas do Nordeste, produzindo impactos significativos sobre a renda e emprego, inclusive de atividades não agrícolas (Lacerda & Lacerda 2004).

1.2 - Importância socioeconômica atual e potencial

O cultivo da mangueira no mundo possui uma área ao redor de 3,7 milhões de hectares (FAO 2005), sendo a Índia o maior produtor mundial, seguida da China, Tailândia, Paquistão e México (Anuário Brasileiro de Fruticultura 2006). O Brasil ocupa o 8º lugar em produção, o 10º em área colhida e o 2º exportador mundial da fruta (14,4%), depois do México (Lacerda & Lacerda 2004).

No Brasil, a Bahia é o maior produtor nacional, com uma área de 30.420 ha, seguida pelos Estados de São Paulo, com 13.843 ha, e Pernambuco, com 9.963 ha (IBRAF 2007). A fruticultura no Nordeste brasileiro é feita em condições irrigadas, com alta tecnologia de produção, sendo favorecida pelas condições climáticas, caracterizada pela elevada insolação durante todo o ano, solos de aptidão para a irrigação que ajudam a promover a qualidade da produção e disponibilidade de água. Esses fatores permitem a produção de manga para os mercados interno e externo durante todo o ano, propiciando safras com melhores rendimentos e produtos de melhor qualidade em relação aos de outras regiões do país.

O Submédio do Vale do São Francisco é um dos principais pólos brasileiros de produção e o maior de exportação do hemisfério Sul, sendo responsável por mais de 87% das exportações brasileira dessa fruta (IBRAF 2008). Neste contexto, o Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA apresenta a maior densidade do plantio, com 25.630 ha, sendo responsável por cerca de 16.000 empregos diretos na região (Lacerda & Lacerda 2004, CODE-VASF 2008).

Apesar de todo esse potencial e da importância econômica que a cultura representa nos mercados nacional e internacional, essa não atingiu ainda os níveis de exportação desejados, principalmente por problemas qualitativos, exigidos pelo mercado externo. Nesse sentido, a produção de manga certificada, com a adoção da Produção Integrada de Frutas - PIF, bem como a produção orgânica, tem sido adotada na região para atender as exigências do mercado.

1.3 - Características dos sistemas agrícolas com a presença da espécie e características do cultivo

O Submédio do Vale do São Francisco (**Figura 1**) abrange áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco e estende-se de Remanso até a cidade de Paulo Afonso (BA). No Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, o clima é tipicamente Semiárido, com precipitação média anual de 350 mm, temperatura média anual de 27° C e evaporação da ordem de 3.000 mm anuais.

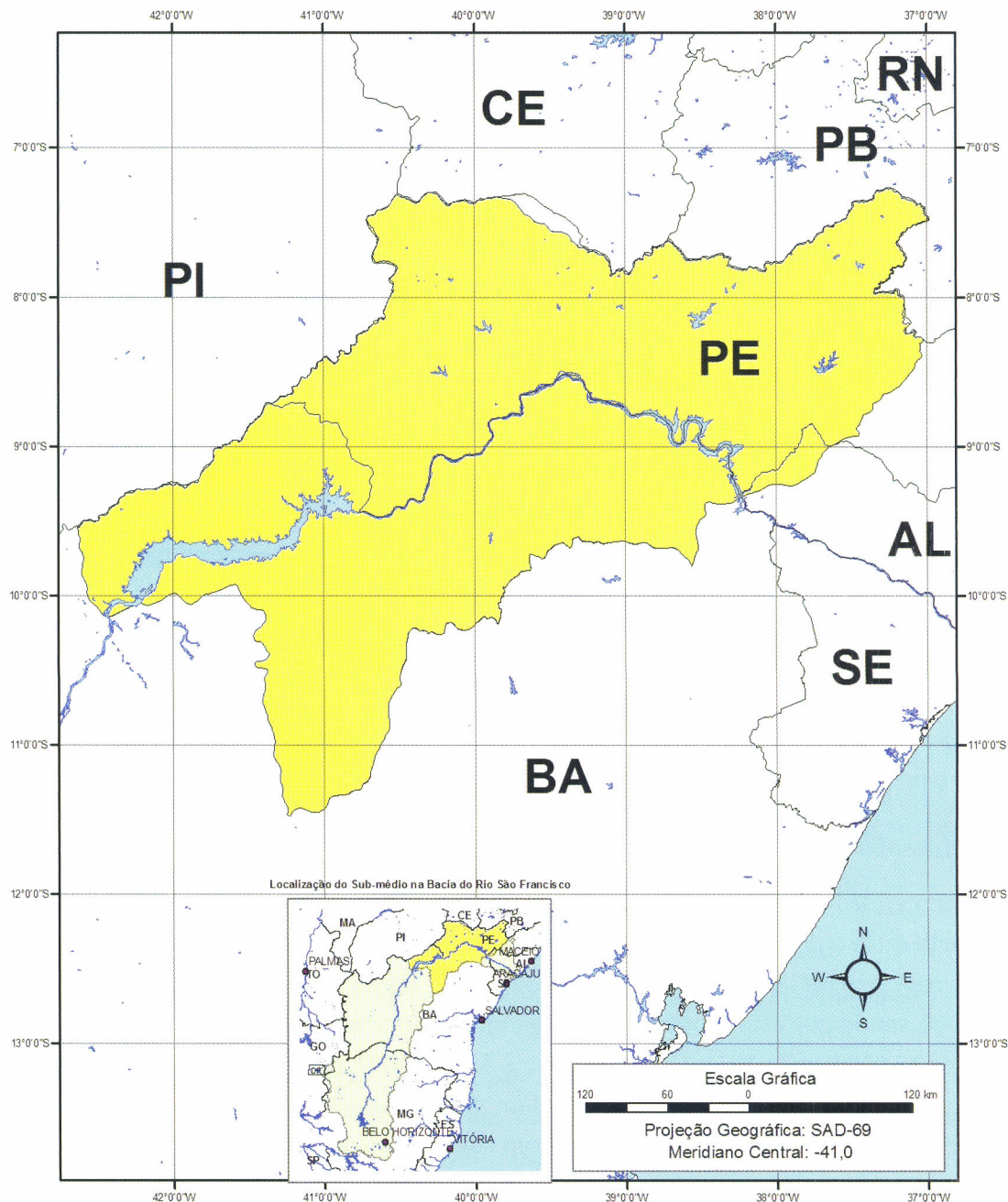


FIGURA 1. Localização geográfica do Submédio do Vale do São Francisco (Fonte: Codevasf, 2007).

Do ponto de vista biológico, esse território é recoberto por uma vegetação denominada Caatinga, adaptada às condições ambientais, apresentando caules suculentos, espinhos, folhas pequenas e finas, raízes modificadas para armazenar reservas, entre outras características. Com relação à fauna, a literatura mostra que

há carência de informações para a maioria dos grupos da Caatinga. No que se refere ao conhecimento sobre invertebrados, este foi considerado ainda pequeno, sendo as abelhas, as formigas e os cupins os grupos mais conhecidos.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, o Submédio do Vale do São Francisco se destaca, sendo o Pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA considerado um dos mais prósperos da região, onde os perímetros irrigados apresentam duas realidades distintas, a dos agricultores familiares que possuem lotes com cerca de 6 a 10 ha, cuja produção está direcionada principalmente para o mercado local e interno, e a dos empresários, que concentram áreas ≥ 50 ha, cuja produção é dirigida principalmente para a exportação, sendo a manga e a uva as principais frutas exportadas (Silva & Correa 2004).

Nesse Pólo, a irrigação foi decisiva para determinar o aumento da produtividade e melhoria da qualidade da fruticultura, sendo os métodos por microaspersão e gotejamento os mais utilizados. A microaspersão é o sistema mais comum de irrigação, pois promove maior distribuição da área molhada, com alta uniformidade. Associado a isso, técnicas modernas de indução floral vêm sendo realizadas, com a aplicação de substâncias químicas como Paclobutazol (PBZ) e Ethefon, possibilitando escalonar a produção da manga durante todo o ano, o que permite o estabelecimento de estratégias de comercialização para períodos favoráveis dos mercados externo e interno.

Recentemente, a região vem adotando um sistema de produção que valoriza produtos saudáveis com baixos teores de resíduos químicos, visando o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Nesse sentido, a mangicultura adotou a Produção Integrada de Frutas (PIF), onde os produtos assim gerados passaram a usar marcas e/ou selos que comprovam a qualidade internacional das frutas.

A importância dos produtos certificados faz a diferença no mercado internacional, pois agrega valor ao produto e viabiliza sua melhor aceitação em função da qualidade e segurança ambiental, quando comparado aos produtores similares sem nenhuma recomendação. Esses fatores em conjunto, afirmam o desempenho do Pólo, tornando-o principal exportador de manga do Brasil.

1.4 - Conhecimento sobre a biologia floral da mangueira

As inflorescências da mangueira são terminais do tipo panícula, ramificada, de forma piramidal, com raque comumente ereta e polígamas, ou seja, apresentam flores masculinas e hermafroditas na mesma panícula. De acordo com Pinto *et al.* (2002) e Cruz-Medina & Garcia (1999) o número de panículas/planta pode variar de 200 a 6.000, sendo que estas podem apresentar um número variável de flores, com valores mínimos de 400 e, máximo de 17.000 (Simão 1971, Thimmappaiah & Suman 1987, Cunha *et al.* 2002). Na variedade Tommy Atkins, as inflorescências são mais densas e apresentam raque de coloração vermelha (**Figura 2A**), enquanto que na variedade Haden, estas são pouco densas e com raque de coloração rósea (**Figura 2B**), sendo que essa característica influenciou no comportamento dos visitantes florais, que, de modo geral, permaneceram por mais tempo nas inflorescências dessa última variedade.



FIGURA 2. Detalhe das Inflorescências de mangueira das variedades Tommy Atkins (A) e Haden (B) no do Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina-PE.

Nas variedades Tommy Atkins e Haden observadas na região de Petrolina-PE, a razão sexual (masculina/hermafroditas) é de 2:1, sendo que as flores masculinas são encontradas principalmente na base e no meio das inflorescências, não havendo diferenças entre as duas variedades, em cultivo convencional. Porém, para a variedade Tommy Atkins em condições de cultivo orgânico, as inflorescências apresentam menor densidade e com distribuição equitativa dos tipos florais na inflorescência, fato este relacionado com o método de indução floral do cultivo (**Figura 3**).

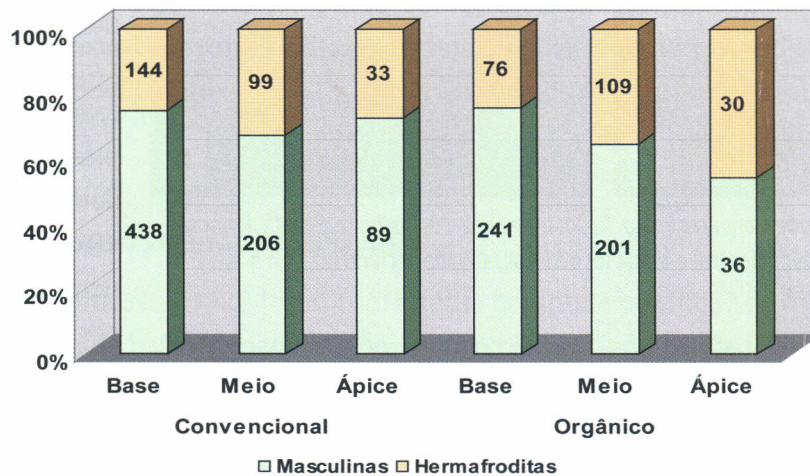


FIGURA 3: Distribuição dos tipos florais de acordo com a localização na panícula e o tipo de cultivos da variedade Tommy Atkins.

Para a região do Cerrado, Pinto *et al.* (1987) encontraram proporções similares para a variedade Edward, enquanto que para a variedade Tommy Atkins, valores variando de 52% a 62% foram registrados, sendo estes inferiores aos encontrados em Petrolina-PE. Por outro lado, Pinto *et al.* (2002) comentam que para a cultivar Mallika, a razão sexual encontrada em condições do Cerrado foi acima de 80% e, para a Amrapali, este valor foi de aproximadamente 65%. Quanto à distribuição dos tipos florais na panícula, os autores comentam que a concentração de flores hermafroditas aumenta da base para o ápice da inflorescência, concordando com o observado em Petrolina-PE para as variedades Tommy Atkins e Haden.

De acordo com Lima Filho *et al.* (2002), o número de flores perfeitas por panícula varia de ano para ano, dependendo da sua localização e da exposição à luz que a planta recebe, bem como do cultivar, podendo variar de 2% a 75%. Pinto *et al.* (2002) comentam que a temperatura é um fator ambiental que influencia a expressão sexual, sendo que a ocorrência de baixas temperaturas durante o desenvolvimento da inflorescência contribui para a redução do número de flores perfeitas na panícula.

As flores da mangueira são pequenas (6 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 4A**). Os grãos de pólen são pequenos, esféricos, com diâmetro variando, em média, de 25 a 28 μm e apresentam coloração esbranquiçada. A produção de pólen por antera varia de 900 a 1000, 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.

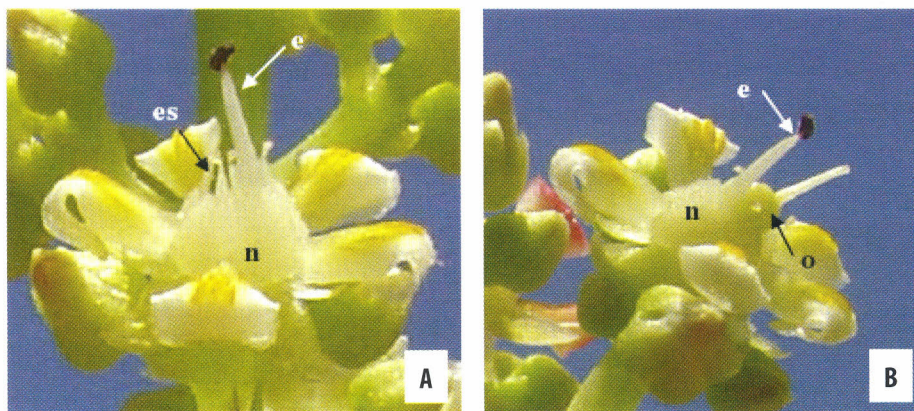


FIGURA 4. Detalhe das flores de *Mangifera indica*. A. flor masculina e B. flor hermafrodita. Notar setas indicando o estame (e), estaminódios (es) e ovário (o) e a localização do nectário (n).

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 4B**), com produção constante de pequenas quantidades de néctar por flor, em média 0,05 μL .

De acordo com as características morfológicas, as flores da mangueira, por apresentar atrativos visuais, guias de néctar, produção de néctar em pequenas quantidades, presença de odor, podem ser classificadas como entomófilas de acordo com as síndromes de polinização descritas por Faegri & Van de Pijl (1979). Além disso, a produção de pólen em pequena quantidade por antera, grão de pólen do tipo agregado dificultando a soltura e o transporte durante a polinização, bem como a estrutura das panículas com flores hermafroditas e masculinas na mesma inflorescência, discorda das características descritas para plantas anemófilas (Percival 1969, Faegri & Van der Pijl 1979). Isso também foi observado por diferentes autores (Galang & Lazo 1937, Popeño 1939, Singh 1969, Silva 1996). Além disso, Scholefield (1982) comenta que as flores da mangueira apresentam área estigmática pequena que também dificultaria a polinização pelo vento.

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. De acordo com Iyer & Degani (1997) e Pinto & Ferreira (1999), o maior número de flores abertas ocorre de 09h00 às 11h00, sendo que este pode variar de acordo com as condições climáticas da região.

As flores recém-abertas apresentam corola de cor creme e anteras de cor violeta (**Figura 5A**). Nesta 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, nesta fase, ocorre a abertura das mesmas com a liberação dos grãos de pólen. O tempo de vida da flor é de três dias, sendo que no 2º 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 5B**).

A abertura das flores em diferentes horários, associada à produção constante de néctar em pequenas quantidades, faz com a mangueira seja uma fonte contínua de recursos florais, possibilitando a visita dos



FIGURA 5. Flores da mangueira: (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.

insetos ao longo do dia e que estes visitem várias flores, garantindo assim a transferência de pólen entre flores e entre plantas. Associado a isso, a disponibilidade de grande número de flores nas panículas confere, concomitantemente, uma atratividade visual e olfativa facilmente detectada a distância pelos visitantes florais que são fortemente atraídos para a cultura. Lembrando que a floração da mangueira no Pólo Petrolina-PE/Juazeiro ocorre principalmente no período de agosto a outubro, que corresponde ao final da estação seca na região, esta fruteira poderia ser considerada como importante fonte alimentar para os visitantes florais, uma vez que nesta época do ano a oferta de alimento na Caatinga é baixa.

1.5 - Conhecimento sobre o sistema reprodutivo

Apesar das mangueiras serem vigorosas, com intensa floração e produção de frutos de ótima qualidade, apresentam o fenômeno de baixo vingamento por inflorescência. Geralmente, 8% a 13% das flores produzem frutos e menos de 1% chegam à maturidade (Davenport & Núñez-Elisea 1997). Mais de 50% da queda dos frutos ocorre durante os primeiros 15 dias, apresentando diferenças entre as variedades (Anila & Radha 2002). De acordo com Pinto *et al.* (2004), este percentual pode variar de 75% a 93%, na primeira semana, sendo atribuído a fatores ambientais principalmente a baixa umidade na estação seca. Para a região de Petrolina-PE, em estudos feitos com as variedades Tommy Atkins e Haden, as maiores taxas de aborto também foram registradas nos primeiros 15 dias, com 61% e 64%, respectivamente, concordando com os dados obtidos para outras variedades (Pinto *et al.* 2004).

Estudos voltados para a estratégia reprodutiva das mangueiras vêm sendo realizados desde o início do século XX. Os trabalhos iniciais de Popenoe (1917), citado por Davenport & Núñez-Elisea (1997), sustentam que existe autofertilidade, porém a polinização cruzada aumenta a produção de frutos. Por outro lado, em experimentos realizados com a variedade Haden, Young (1942) não registrou diferença significativa entre autopolinização e polinização cruzada.

Estudos realizados no Vale do Submédio Rio São Francisco registram 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 visita é

fundamental para o sucesso reprodutivo. Fato semelhante foi registrado em Israel, onde Singh (1997) observou que panículas completamente ensacadas, não desenvolviam frutos e que quanto maior o tempo de exposição da panícula à visitação, maior o número de frutos produzidos. Dag & Gazit (2000), em experimentos realizados com a variedade Keitt, em plantas de pequeno porte, obtiveram a produção de 1 kg/planta, quando suas flores não recebiam visitação e 61 kg/planta em polinização aberta.

Na Índia, Singh *et al.* (1962) e Singh (1997) observaram a presença de sistemas de autoincompatibilidade, porém não registraram a ocorrência de partenocarpia. Por outro lado, Pinto *et al.* (2002) reforçam a idéia de que a partenocarpia não ocorre com frequência na mangueira, mas sim a estenospermocarpia, fenômeno definido como uma falha ou aborto do embrião após a fertilização (Soule 1985). Este processo pode ser influenciado pela variação de temperatura durante a polinização ou no início da produção de frutos, causando a interrupção na fertilização ou no desenvolvimento do óvulo (Whiley *et al.* 1988). Nas condições do Nordeste e Centro-Oeste brasileiros, este fenômeno é registrado com mais frequência entre os meses de maio e julho, quando são observados valores inferiores a 15° C, principalmente no período noturno (Pinto *et al.* 2002).

Segundo Pinto *et al.* (2002), a ocorrência de incompatibilidade na mangueira é evidenciada com a degeneração dos tecidos embrionários e nucelares e com a excessiva queda e perda de frutinhas. Estudos entre variedades de mangueira têm revelado a ocorrência de sistema de autoincompatibilidade, sendo este do tipo esporofítico (Mukherjee *et al.* 1968, Sharma & Singh 1970, Ram *et al.* 1976, Iyer & Degani 1997).

Assim, diferenças nas taxas de polinização podem ser atribuídas às condições ambientais nos pomares durante a floração, como também, a diferenças na atração dos insetos a cultivares específicos, à proximidade de espécies de flores mais atrativas ou à combinação de ambos (Davenport & Núñez-Elisea 1997).

2. Caracterização das espécies polinizadoras

2.1 - Biologia, importância e possibilidades de manejo

Entre os visitantes florais relacionados com o processo de polinização da mangueira, destacam-se moscas, vespas, besouros, borboletas e abelhas. Na África, Wolstenholme & Mullins (1982) relatam que a transferência de pólen é feita, principalmente, por polinizadores de língua curta, pouco eficientes, tais como moscas, vespas, besouros, mariposas e formigas. Na Índia, Singh (1989, 1997) relata a presença de cerca de 25 espécies de insetos visitando as panículas da manga, destacando em ordem decrescente de diversidade os dípteros, coleópteros, lepidópteros, himenópteros e heterópteros, sendo os primeiros os mais prevalentes. Já Anderson *et al.* (1982), em observações feitas na Austrália, registraram 18 espécies diferentes de insetos visitando as flores da mangueira, sendo que deste total 31% pertencem a ordem Hymenoptera, 25% a Diptera, 24% a Lepidoptera, 6% a Orthoptera, 4% a Mantodea, 4% a Hemiptera, 4% a Coleoptera, 1% a Blattodea e 1% a Neuroptera. Quanto à eficiência na polinização, os autores destacam, por ordem decrescente, vespas, abelhas nativas, formigas e moscas. Porém, os autores ressaltam que as moscas e abelhas nativas do gênero *Trigona*, por apresentarem comportamento ativo de deslocamento entre plantas, foram considerados como os polinizadores mais eficientes desta fruteira.

Em Israel, Dag & Gazit (2000) observaram 46 espécies distintas de visitantes florais pertencentes às ordens Diptera, Hymenoptera e Coleoptera, onde *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819), *Lucilia sericata* (Meigen, 1826), *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 e *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) tiveram papel significativo na polinização da manga, sendo as três primeiras consideradas como mais eficientes no processo.

No Brasil, relatos de visitantes florais foram feitos por Simão & Maranhão (1959) que registraram a presença de insetos pertencentes a 11 ordens, destacando entre elas Hymenoptera (21%), Diptera (20%), Hemiptera (13%) e Coleoptera (10%). As abelhas nativas, vespas e formigas foram consideradas como principais agentes no transporte de pólen, porém em virtude da baixa frequência de visita em relação à quantidade de flores da mangueira, sua eficiência fica comprometida. Além disso, os autores relatam que a maioria dos visitantes florais não atua como agentes polinizadores efetivos, destacando entre eles os tripes, que embora sejam encontrados em quantidade, são mais nocivos do que benéficos ao processo de polinização. Porém, Pinto *et al.* (2002) comentam que a biologia floral da mangueira é totalmente adaptada para polinização a ser feita por tripes e vários tipos de moscas.

Na região Nordeste, no Vale do Submédio São Francisco, as flores da mangueira das variedades Tommy Atkins (cultivo orgânico e convencional) e Haden são visitadas por pelo menos 20 espécies de insetos pertencentes às ordens Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera e Odonata (**Tabela 1**). Em cultivo orgânico da variedade Tommy Atkins, a frequência de visitas e riqueza de espécies foi maior do que em cultivo convencional, o que pode estar relacionado com o manejo da cultura (indução floral e aplicação de agrotóxicos).

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* é a mais frequente tanto em cultivo orgânico (68,3%) como em convencional (45,6%). Para a variedade Haden, esta abelha é responsável por 29,7%, sendo superada somente por *Brachygastra* sp. (37,2%).

Já a ordem Diptera sobressai na variedade Tommy Atkins em cultivo convencional (40,9%), sendo nas demais situações responsáveis por valores inferiores a 27%. Entre as moscas, *Belvosia bicincta* Robineau-Desvoidy, 1830, *Palpada vinetorum* (Fabricius, 1798) e *Musca domestica* se destacam, sendo responsáveis por valores acima de 8% (**Tabela 1**).

Quanto ao recurso floral forrageado, o néctar é a recompensa coletada por todos os visitantes, enquanto que o pólen é coletado somente por *Apis mellifera*. Para a coleta de néctar, os insetos pousam diretamente sobre a flor, introduzem o aparelho bucal na região central da corola, tateando o nectário. Ao realizar este comportamento, os insetos com porte compatível com a morfologia da flor tocam com a cabeça, as pernas e parte ventral do corpo as estruturas reprodutivas, ficando o pólen aí depositado (polinização esternotribica). Dessa categoria fazem parte *A. mellifera* (**Figura 6A**), *Trigona spinipes* e *Brachygastra* sp. (**Figura 6B**), entre os himenópteros; *P. vinetorum* (**Figura 6C**), *B. bicincta* (**Figura 6D**) e *M. domestica*, entre os dípteros. Os demais visitantes florais são considerados pilhadores de néctar.

A coleta de pólen foi registrada no início da manhã, sendo que *Apis mellifera*, uma vez pousada sobre a corola, inicia a retirada do pólen com o auxílio das peças bucais e pernas, transferindo-o, posteriormente, para as corbículas. Durante a visita, realiza comportamento de limpeza do corpo, pernas e asas, armazenando o pólen retirado nas corbículas. Ao final da coleta, é possível visualizar as corbículas com esferas de pólen de cor acinzentada. A análise do pólen retirado das corbículas dessas abelhas mostra que 100% dos grãos são de *Mangifera indica*, indicando a fidelidade floral.

Comparando o comportamento de abelhas e moscas nas flores da mangueira, diferenças são observadas. As primeiras caminham sobre a inflorescência visitando várias flores abertas, permanecendo, em média, 82 segundos/panícula, sendo possível encontrar vários indivíduos (n=10) visitando uma mesma panícula. Este

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 entre panículas distintas, garantindo o fluxo de pólen na população. Embora *Apis mellifera* tenha sido mais frequente que as abelhas sem ferrão, essas últimas apresentam morfologia e comportamento compatível às flores da mangueira, sendo consideradas como uma alternativa, uma vez que as mesmas podem ser criadas em caixas racionais, são de fácil manejo e encontrada com facilidade nas áreas do entorno das culturas.

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

Visitante floral	Tommy Atkins				Haden	
	Convencional		Orgânico		Convencional	
	No. de visitas	%	No. de visitas	%	No. de visitas	%
Hymenoptera						
<i>Apis mellifera</i>	389	45,6	1097	68,3	119	29,7
<i>Trigona spinipes</i>	39	4,6	2	0,1	--	--
Vespidae sp1	2	0,2	74	4,6	22	5,5
Vespidae sp2	7	0,8	13	0,8	--	--
<i>Brachygastra</i> sp.	42	4,9	54	3,4	149	37,2
Outros himenópteros	1	0,1	113	7,0	02	0,5
Subtotal	480	56,2	1353	84,2	292	72,8
Diptera						
<i>Belvosia bicincta</i>	151	17,7	2	0,1	--	--
<i>Palpada vinetorum</i>	77	9,0	51	3,2	33	8,2
<i>Ornidia obesa</i>	38	4,5	16	1,0	16	4,0
<i>Musca domestica</i>	26	3,1	165	10,3	22	5,5
Tachinidae sp.	20	2,3	2	0,1	25	6,2
Outros dípteros	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
Odonata	--	--	1	0,1	--	--
TOTAL	854	100,00	1606	100,00	401	100,00

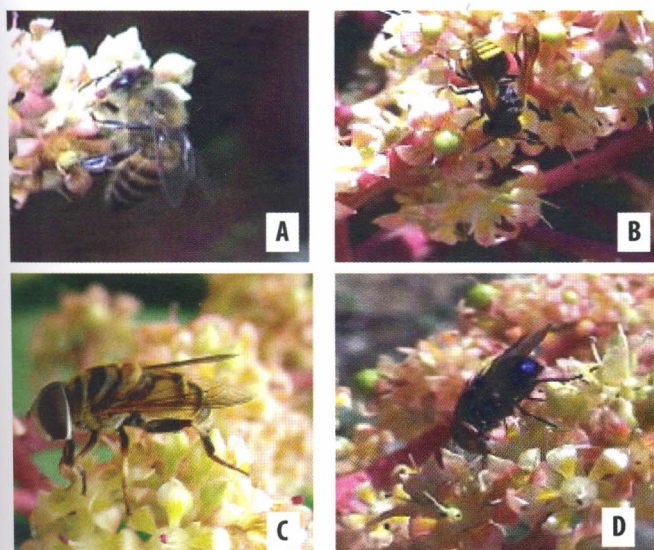


FIGURA 6. Visitantes florais da Mangueira das variedades Tommy Atkins e Haden. (A) *Apis mellifera*, (B) *Brachygastra* sp., (C) *Palpada vinetorum*; (D) *Belvosia bicincta*.

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

Por outro lado, *Apis mellifera* apresentou comportamento agonístico em relação aos demais insetos, principalmente quanto à *Palpada vinetorum*, interferindo na visitação desses insetos, não permitindo que os mesmos se aproximem das flores. Esta relação entre abelhas e moscas é aqui registrada pela primeira vez para a região, não sendo encontradas outras descrições desse comportamento em literatura.

Quanto ao horário, as visitas ocorreram ao longo do dia, sendo que o menor número foi registrado no final do período vespertino, independente da variedade ou do tipo de cultivo (**Figura 7**). Em cultivo convencional, o pico de visitação ocorre no período da manhã, na variedade Tommy Atkins e Haden (**Figura 7A e 7C**).

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 7B**). Esta diferença em relação ao cultivo convencional pode ser atribuída à ausência de aplicação de agrotóxicos 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 (8h30-9h30). 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 11h30 e 12h30.

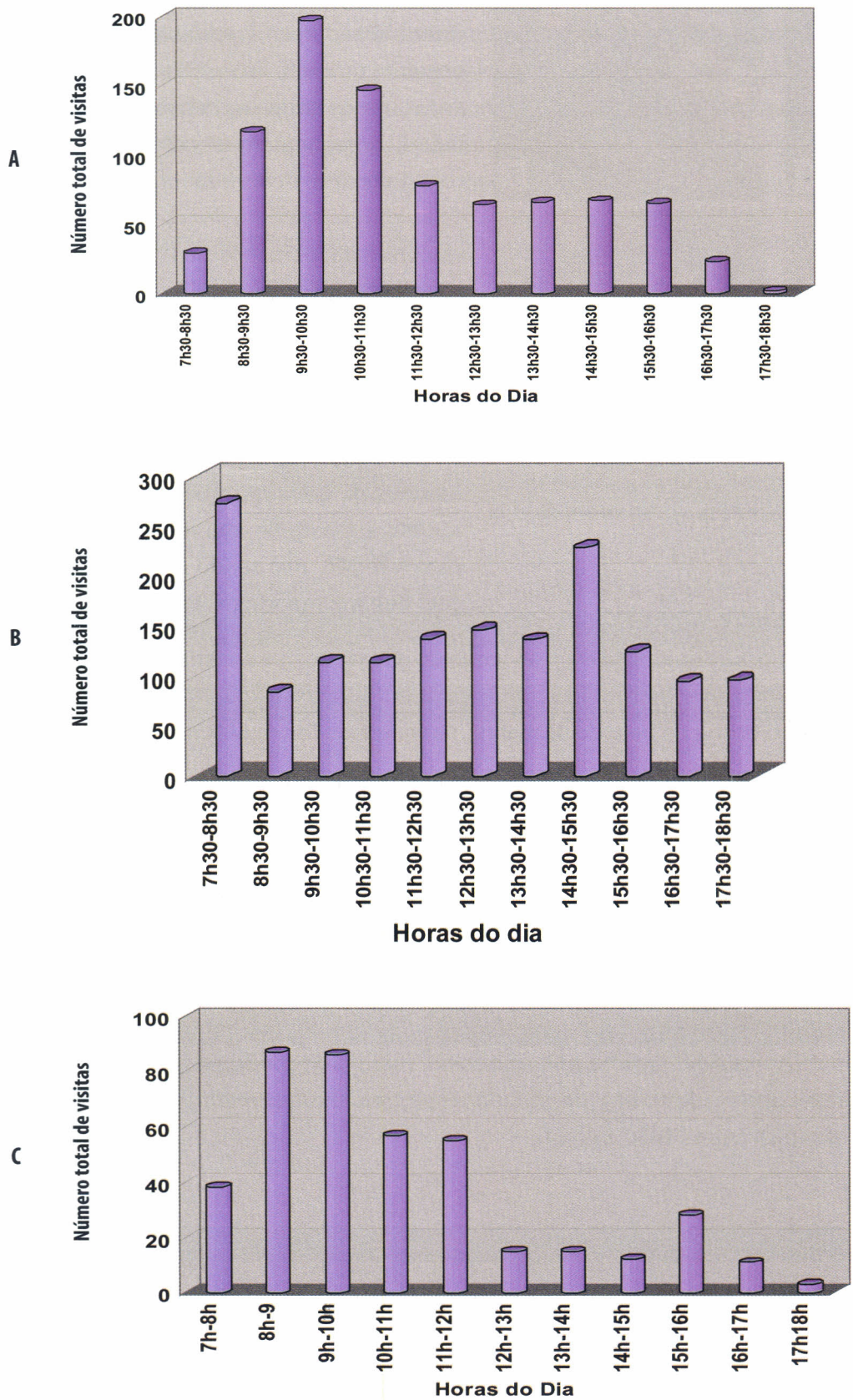


FIGURA 7. Número total de visitas por intervalo de tempo em panículas das variedade Tommy Atkins em cultivo convencional (A) e orgânico (B) Haden (C).

Comparação realizada com o objetivo de verificar a influência da aplicação de agrotóxicos na diversidade de visitantes em cultivo convencional da variedade Tommy Atkins revela que há uma redução em torno de 50% e 20%, respectivamente, na diversidade de espécies de abelhas e moscas, após a pulverização (**Figura 8**). 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 9**), sendo esta última atribuída ao manejo da cultura, uma vez que as pulverizações são feitas, geralmente, após as 15 horas. Assim, a aplicação de agrotóxicos interfere não só na diversidade de visitantes, como também na frequência de visitação.

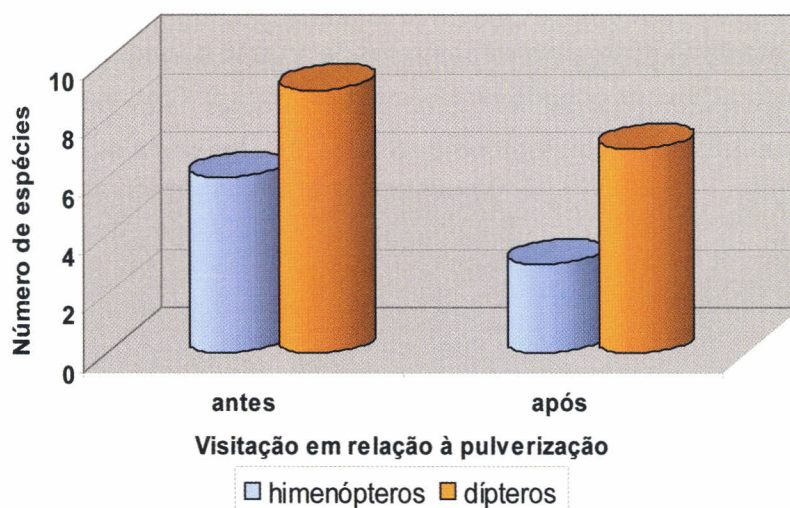


FIGURA 8. Comparação da diversidade de himenópteros (abelhas principalmente) e dípteros (moscas), antes e após a pulverização, em cultivo convencional da variedade Tommy Atkins.

A comparação da visitação da mangueira no período seco e chuvoso indica que há sazonalidade 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*. A concentração de visitas no período chuvoso pode estar associada ao ciclo reprodutivo dos insetos. Porém, vale ressaltar que a ausência de *B. bicincta* nesta estação pode estar relacionada com a oferta de alimento pela vegetação e/ou preferência alimentar.

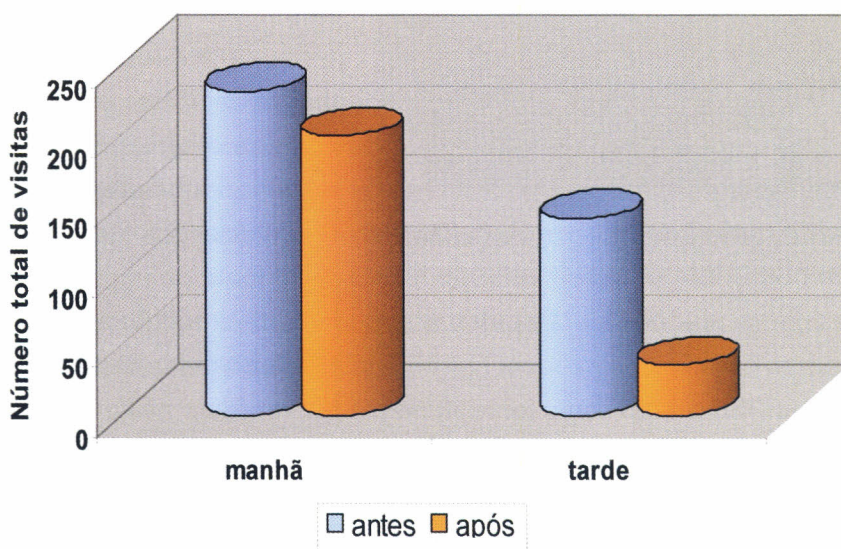


FIGURA 9. Comparação do número total de visitas registrado para o período da manhã e da tarde, antes e após a pulverização em cultivo convencional de mangueira da variedade Tommy Atkins.

Assim, a manutenção dos polinizadores em agroecossistemas deve levar em conta 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. No Vale do Submédio São Francisco, foi observado que, além das flores da mangueira, *Apis mellifera* (**Figura 10B**), *Palpada vinetorum* (**Figura 10C**) e *Belvosia bicincta* visitam as flores de invasoras de cultivos, como por exemplo *Mimosa pudica* L. (Leguminosae) (**Figura 10**), *Herisanthia crispa* L. (Malvaceae), *Waltheria* spp. (Sterculiaceae) e *Commelina* spp. (Commelinaceae), bem como as plantas da vegetação do entorno (**Figura 11**). No primeiro caso, como estas plantas estão 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. Já no caso da vegetação nativa, esta seria um importante recurso no período chuvoso, quando a maioria das espécies da Caatinga florescem.



FIGURA 10. Exemplo de planta invasora visitada pelos polinizadores da mangueira. Vista geral do cultivo com destaque para *Mimosa pudica* – Leguminosae (A); *Apis mellifera* (B) e *Palpada vinetorum* (C) em visita as flores.

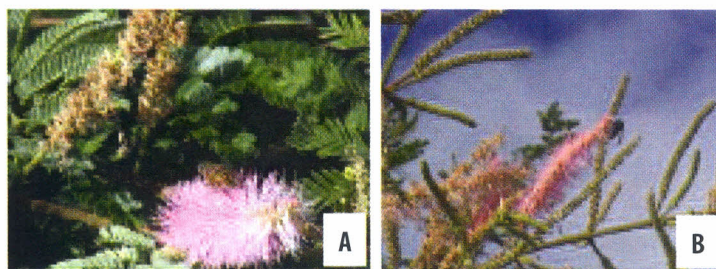


FIGURA 11. *Palpada vinetorum* (A) e *Brachygastra* sp. (B) em visita as flores de *Mimosa verrucosa* (Leguminosae) presente na vegetação do entorno da cultura da mangueira.

Kiill *et al.* (2000) e Santos *et al.* (2006) em observações realizadas em diferentes cultivos nesse mesmo local registraram cerca de 30 espécies de invasoras como fonte alimentar para abelhas melíferas e nativas. Dentre essas, destacam-se espécies das famílias Convolvulaceae, Leguminosae, Lamiaceae, Malvaceae, Passifloraceae, Rubiaceae, Sterculiaceae e Zygophyllaceae como fonte de néctar e/ou pólen para esses insetos. Quanto à flora nativa, espécies das famílias Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Leguminosae,

Rhamnaceae e Sapotaceae são citadas como fonte alimentar para abelhas melíferas (Santos *et al.* 2006), o que vem reforçar a importância da manutenção desses grupos como recurso alimentar alternativo nos agroecossistemas.

No que se refere à oferta de alimento para os dípteros, não há estudos feitos no Vale do Submédio São Francisco, sendo poucas informações encontradas em relação ao comportamento alimentar e ciclo biológico desses insetos, o que dificultaria o manejo dos mesmos como agentes polinizadores.

3. Manejo e Conservação

3.1 - Propostas de manejo

Diante dos estudos de ecologia da polinização feitos para o cultivo da mangueira no Vale do Submédio São Francisco, os dípteros e himenópteros são considerados os principais agentes polinizadores dessa anacardiácea. Com base nessas informações, algumas propostas de manejo de polinizadores são 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 é uma alternativa pouco viável, em curto prazo, diante de alguns entraves encontrados. Primeiramente, poucas informações são encontradas em literatura sobre a biologia desses insetos, fontes alimentares, ciclo de vida e substratos de nidificação para as regiões tropicais e 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 (Gilbert 1985, Morales & Köhler 2006). Este pode ter sido um dos motivos da ausência de visitas de algumas espécies de dípteros encontradas na estação seca nas observações feitas em Petrolina-PE, como mencionado anteriormente.

A oferta de fonte alimentar suplementar poderia ser outra estratégia para atrair os dípteros para as áreas de cultivo. Neste sentido, uma alternativa seria associação de espécies nativas e/ou frutíferas nas proximidades do cultivo. Porém, a carência de informações a esse respeito, dificulta a implementação dessa estratégia. De acordo com Machado & Lopes (2003), em levantamento feito para a Caatinga, somente 12,4% das plantas foram consideradas como polinizadas por diversos pequenos insetos. No que se refere aos sistemas de polinização por moscas, as autoras não citam a ocorrência de casos para a Caatinga. Este fato pode estar relacionado às condições semiáridas da região que não são favoráveis ao ciclo biológico desses insetos.

Outro ponto que deve ser levado em consideração refere-se ao substrato recomendado para reprodução desses insetos. Pinto (1996) recomenda a colocação de matéria orgânica, como esterco de galinha, para a proliferação de moscas em cultivo de mangueira. Porém, além do risco da contaminação dos frutos com microorganismos patogênicos, existe o favorecimento da proliferação de insetos danosos (mosca das frutas), o que vai contra com as normas estabelecidas pela Produção Integrada de Frutas - PIF e, portanto, dificilmente seria adotada pelos produtores da região. Além disso, esta estratégia já foi adotada na região de Norte de Minas Gerais sem resultados satisfatórios em produtividade (M.A.C. Mouco, comunicação pessoal).

Assim, para se propor qualquer estratégia de manejo de dípteros para a mangueira seria necessário desenvolver primeiramente estudos detalhados da biologia do grupo, de seu comportamento em relação às condições climáticas buscando encontrar formas alternativas de criar esses insetos em laboratório, utilizando-se substratos aceitáveis pela PIF. Outra possibilidade seria a extração, identificação e produção de feromônios e/ou outras substâncias como atrativos.

Outro aspecto que deve ser avaliado é o impacto que o aumento das populações de moscas pode causar em determinado local, uma vez que as mesmas são vetores de parasitas e microorganismos patogênicos e, associado à ausência de conhecimentos de inimigos naturais, poderiam se tornar um problema sem controle.

Além desses riscos, a produção desses insetos deve ser desenvolvida prevendo um baixo custo para implantação para ter garantida 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 dessa fruteira.

No que se refere aos himenópteros, a proposta seria no sentido de 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, consequente, 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. Em análise da carga polínica aderida às diversas partes do corpo de abelhas melíferas e de abelhas nativas do gênero *Trigona*, foi observado que esta carga é 50 vezes maior (cerca de 20.000 grãos) nas primeiras do que a registrada para as abelhas nativas (cerca de 400 grãos) (BEE 2006).

Desde a década de 40, Young (1942) já recomendava a colocação de colméias de abelhas melíferas nos pomares de manga, porém essa prática não foi difundida entre os produtores. Posteriormente, Cruz-Medina & Garcia (1999) recomendaram a colocação de 12 colméias/ha para obter um incremento significativo na produção de frutos. Recentemente, Sung *et al.* (2006), em estudos feitos em Taiwan, comentaram que se faz necessária a utilização de abelhas do gênero *Apis* em programas de polinização da mangueira para aquela região.

Para o Pólo 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. Esta prática já vem sendo adotada por alguns produtores com incrementos de até 10% na produção. Tomando como base a média de produção de 18 mil toneladas de manga/ha/ano com valor de mercado de R\$0,50/kg, este incremento representaria um ganho de R\$900,00/ha/ano. Para as condições locais, a utilização recomendada é de duas colméias/ha em áreas irrigadas (Ribeiro *et al.* 2007), com custos de locação e assessoria na faixa de R\$10,00/colméia/mês (L.A. Pulça Junior, comunicação pessoal).

No caso da aquisição de colméias por parte do produtor, os custos por colméia seriam de R\$120,00 na implantação, além dos gastos com assessoria e manutenção das mesmas, fixados atualmente em R\$20,00/colméia/mês (L.A. Pulça Junior, comunicação pessoal). Porém, nesta situação o produtor teria uma renda extra com a venda do mel, estimada em R\$250,00; considerando a produção de 50kg/colméia/ano (Ribeiro *et al.* 2007).

Porém, a introdução de colméias 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 (ver capítulos 10, 11, 12 e 13 deste mesmo livro).

Embora *Apis mellifera* seja uma espécie de grande potencial econômico, com importância na produção de mel e de seus derivados e na polinização de cultivos agrícolas, não há nenhum estudo de impacto ambiental ocasionado por essas abelhas na Caatinga (Zanella & Martins 2003). Assim, pesquisas nesse sentido são necessárias a fim de avaliar a capacidade suporte desse tipo de vegetação, para o estabelecimento da quantidade ideal de colméias/ha.

3.2 - Manejo da cultura

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 visitam preferencialmente 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 agrotóxicos, buscando alertar os produtores para evitar que esses produtos sejam utilizados durante todo o período da florada. Caso seja necessário o uso de agrotóxicos, que eles não sejam utilizados no período da manhã quando ocorre o pico de visitação dos polinizadores, devendo esta aplicação ser feita preferencialmente ao final da tarde. É necessário enfatizar que devem ser utilizados apenas os agrotóxicos registrados e prescritos para a cultura em questão.

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. Neste 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. Segundo Machado & Lopes (2003), o sistema de polinização predominante nas plantas da Caatinga é realizado por abelhas (30,5%), mostrando a importância da vegetação nativa como fonte alimentar desses himenópteros.

Desta 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. Hoje, essas áreas são representadas por pequenas manchas de Caatinga que esta sob forte ação extrativista. Mesmo nessa situação, é comum a presença de ninhos de abelhas sem ferrão, a exemplo de *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793); *Melipona mandacaia* Smith, 1863; *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900), bem como de ninhos naturais de *Apis mellifera*, que uma vez mantidos no entorno da cultura, poderiam incrementar os serviços de polinização. Para isso, a criação de formas de incentivos fiscais para propriedades que mantenham essas áreas com vegetação nativa seria uma estratégia para favorecer a manutenção dos polinizadores no entorno dos cultivos.

3.3 - Sensibilização e capacitação dos produtores, técnicos e demais atores envolvidos no processo

O serviço de polinização ainda é um tema pouco difundido entre os produtores e técnicos, que desconhecendo a importância dos agentes polinizadores para a reprodução das fruteiras, não se preocupam em mantê-los em seus cultivos. Assim, a sensibilização sobre o tema é um ponto fundamental no processo, para que outras formas de manejos culturais sejam adotadas.

A realização de cursos, dias-de-campo, palestras e outras formas de divulgação devem ser programadas, envolvendo as associações, os distritos de irrigação, as escolas e as comunidades. Orientações na adoção de medidas que venham incrementar a permanência de polinizadores nas áreas devem ser repassadas, en-

Outro aspecto que deve ser avaliado é o impacto que o aumento das populações de moscas pode causar em determinado local, uma vez que as mesmas são vetores de parasitas e microorganismos patogênicos e, associado à ausência de conhecimentos de inimigos naturais, poderiam se tornar um problema sem controle.

Além desses riscos, a produção desses insetos deve ser desenvolvida prevendo um baixo custo para implantação para ter garantida 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 dessa fruteira.

No que se refere aos himenópteros, a proposta seria no sentido de 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, conseqüente, 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. Em análise da carga polínica aderida às diversas partes do corpo de abelhas melíferas e de abelhas nativas do gênero *Trigona*, foi observado que esta carga é 50 vezes maior (cerca de 20.000 grãos) nas primeiras do que a registrada para as abelhas nativas (cerca de 400 grãos) (BEE 2006).

Desde a década de 40, Young (1942) já recomendava a colocação de colméias de abelhas melíferas nos pomares de manga, porém essa prática não foi difundida entre os produtores. Posteriormente, Cruz-Medina & Garcia (1999) recomendaram a colocação de 12 colméias/ha para obter um incremento significativo na produção de frutos. Recentemente, Sung *et al.* (2006), em estudos feitos em Taiwan, comentaram que se faz necessária a utilização de abelhas do gênero *Apis* em programas de polinização da mangueira para aquela região.

Para o Pólo 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. Esta prática já vem sendo adotada por alguns produtores com incrementos de até 10% na produção. Tomando como base a média de produção de 18 mil toneladas de manga/ha/ano com valor de mercado de R\$0,50/kg, este incremento representaria um ganho de R\$900,00/ha/ano. Para as condições locais, a utilização recomendada é de duas colméias/ha em áreas irrigadas (Ribeiro *et al.* 2007), com custos de locação e assessoria na faixa de R\$10,00/colméia/mês (L.A. Pulça Junior, comunicação pessoal).

No caso da aquisição de colméias por parte do produtor, os custos por colméia seriam de R\$120,00 na implantação, além dos gastos com assessoria e manutenção das mesmas, fixados atualmente em R\$20,00/colméia/mês (L.A. Pulça Junior, comunicação pessoal). Porém, nesta situação o produtor teria uma renda extra com a venda do mel, estimada em R\$250,00; considerando a produção de 50kg/colméia/ano (Ribeiro *et al.* 2007).

Porém, a introdução de colméias 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 (ver capítulos 10, 11, 12 e 13 deste mesmo livro).

Embora *Apis mellifera* seja uma espécie de grande potencial econômico, com importância na produção de mel e de seus derivados e na polinização de cultivares agrícolas, não há nenhum estudo de impacto ambiental ocasionado por essas abelhas na Caatinga (Zanella & Martins 2003). Assim, pesquisas nesse sentido são necessárias a fim de avaliar a capacidade suporte desse tipo de vegetação, para o estabelecimento da quantidade ideal de colméias/ha.

3.2 - Manejo da cultura

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 visitam preferencialmente 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 agrotóxicos, buscando alertar os produtores para evitar que esses produtos sejam utilizados durante todo o período da florada. Caso seja necessário o uso de agrotóxicos, que eles não sejam utilizados no período da manhã quando ocorre o pico de visitação dos polinizadores, devendo esta aplicação ser feita preferencialmente ao final da tarde. É necessário enfatizar que devem ser utilizados apenas os agrotóxicos registrados e prescritos para a cultura em questão.

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. Neste 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. Segundo Machado & Lopes (2003), o sistema de polinização predominante nas plantas da Caatinga é realizado por abelhas (30,5%), mostrando a importância da vegetação nativa como fonte alimentar desses himenópteros.

Desta 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. Hoje, essas áreas são representadas por pequenas manchas de Caatinga que esta sob forte ação extrativista. Mesmo nessa situação, é comum a presença de ninhos de abelhas sem ferrão, a exemplo de *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793); *Melipona mandacaia* Smith, 1863; *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900), bem como de ninhos naturais de *Apis mellifera*, que uma vez mantidos no entorno da cultura, poderiam incrementar os serviços de polinização. Para isso, a criação de formas de incentivos fiscais para propriedades que mantenham essas áreas com vegetação nativa seria uma estratégia para favorecer a manutenção dos polinizadores no entorno dos cultivos.

3.3 - Sensibilização e capacitação dos produtores, técnicos e demais atores envolvidos no processo

O serviço de polinização ainda é um tema pouco difundido entre os produtores e técnicos, que desconhecendo a importância dos agentes polinizadores para a reprodução das fruteiras, não se preocupam em mantê-los em seus cultivos. Assim, a sensibilização sobre o tema é um ponto fundamental no processo, para que outras formas de manejos culturais sejam adotadas.

A realização de cursos, dias-de-campo, palestras e outras formas de divulgação devem ser programadas, envolvendo as associações, os distritos de irrigação, as escolas e as comunidades. Orientações na adoção de medidas que venham incrementar a permanência de polinizadores nas áreas devem ser repassadas, en-

focando principalmente a importância da preservação da vegetação nativa das propriedades. Outra medida seria incentivar a manutenção das plantas invasoras de cultivos, que são fontes alternativas de néctar e pólen para os polinizadores, além de servirem como abrigo para inimigos naturais e de cobertura verde.

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 ficar prejudicados. Neste sentido, a produção de materiais de divulgação, como folders, cartilhas, vídeos, bem como a realização de cursos de sensibilização e capacitação são imprescindíveis para o sucesso do manejo de polinizadores na região.

Assim, para o cenário encontrado no Vale do Submédio São Francisco, é necessário levar em conta a ecologia da paisagem dos agroecossistemas, conciliando as necessidades dos serviços de polinização da cultura com 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 este não é o único fator responsável pela quantidade de frutos/panícula.

- LACERDA, M.A.D. & LACERDA, R.D. 2004. O Cluster da fruticultura no Pólo Petrolina/Juazeiro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 4.
- LIMA FILHO, J.M.P., ASSIS, J.S., TEIXEIRA, A.H.C., CUNHA, G.A.P. & CASTRO NETO, M.T. 2002. Ecofisiologia. In *A cultura da mangueira* (P.J.C. Genú, A.C. Queiroz Pinto, eds.). Brasília: Informação Tecnológica, v.1, p.37-49.
- MACHADO, I.C.S. & LOPES, A.V. 2003. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In *Ecologia e conservação da Caatinga* (I.R. Leal, M.Tabarelli & J.M.C Silva, eds.). Editora Universitária da UFPE, cap. 12, p.515-563.
- MORALES, M.N. & KÖHLER, A. 2006. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. *Iheringia Serie Zoologia* 96:41-45
- MUKHERJEE, S.K. 1948. The varieties of mango (*Mangifera indica* L.) and their classification. *Botânica Society of Benghala Bulletin* 2:101-133.
- MUKHERJEE, S.K. 1985. Systematic and ecogeographia studies of crop gene pools: 1. *Mangifera* IBPGR Secretariat, Rome, p.1-86.
- MUKHERJEE, S.K., SINHG, R.N., MAJUMDER, P.K. & SARMA, D.K. 1968. Present position regarding breeding (*Mangifera indica* L.) in India. *Euphytica* 17:462-467.
- PERCIVAL, M.S. 1969. *Floral Biology*. Oxford: Pergamon Press.
- PINTO, A.C.Q. & FERREIRA, F.R. 1999. Recursos genéticos e melhoramento da mangueira. In *Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste brasileiro* (M.A. Queiróz, C.O. Goedert & S.R.R. Ramos, eds.). Versão 1.0. <http://www.cpatas.Embrapa.br>
- PINTO, A.C.Q. 1996. Genética e melhoramento da mangueira-Sinopse. In *Manga: Tecnologia de Produção e mercado* (A.R São José, I.V.B. Souza, J. Martins, Filho, O.M. Moraes, eds.). Vitória da Conquista: UESB, DFZ, p.16-31.
- PINTO, A.C.Q., ANDRADE, S.R.M. & VENTUROLI, S. 2004. Fruit set sucess of three mango (*Mangifera indica* L.) cultivars using reciprocal crosses. *Acta Horticulturae* 645:299-301.
- PINTO, A.C.Q., GENU, P.J. & RAMOS, V.H.V. 1987. Avaliação do crescimento e expressão do sexo de cultivares de manga introduzidas na região dos Cerrados. In *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Sociedade Brasileira de Fruticultura, Campinas, v.2, p.567-570.
- PINTO, A.C.Q., SOUZA, V.A.B., ROSSETO, C.J., FERREIRA, F.R. & COSTA, J.G. 2002. Melhoramento genético. In *A cultura da mangueira* (P.J. Genú & A.C.Q. Pinto, eds.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p.51-92.
- POPENOE, W. 1939. *Manual of tropical and subtropical fruits*. New York: The MacMillan Co.
- RAM, S., BIST, L.D., LAKHANPAL, S.C. & JAMWAL, I.S. 1976. Search of suitable pollinizer for mango cultivars. *Acta Horticulturae* 57:253-263.
- RIBEIRO, M.F., PULCA JUNIOR, L.A., SIQUEIRA, K.M.M. & KIILL, L.H.P. 2007. Avaliação da potencialidade da apicultura em áreas de sequeiro e irrigada na Caatinga em Petrolina-PE. *Anais da 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, UNESP-Jaboticabal.

- SANTOS, R.F., KIILL, L.H.P. & ARAUJO, J.L.P. 2006. Levantamento da flora melífera de interesse apícola no município de Petrolina-PE. *Revista Caatinga* 13:221-227.
- SCHOLEFIELD, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flower of avocado, litchi, macadamia and mango. *Scientia Horticulturae* 16:263-272.
- SHARMA, D.K. & SINGH, R.N. 1970. Studies on some pollination problems in mango (*Mangifera indica* L.). *Indian Journal of Horticulture* 27:1-15.
- SILVA, A.C. 1996. Botânica da Mangueira. In *Manga: Tecnologia de Produção e mercado* (A.R. São José, I.V.B. Souza, J. Martins Filho & O.M. Moraes, eds.). Vitoria da Conquista: UESB, DFZ, p.7-15.
- SILVA, P.C.G. & CORREIA, R.C. 2004. Socioeconômica. In *Cultivo da mangueira* (M.A.C. Mouco, ed.). Petrolina: Embrapa Semiárido.
- SIMÃO, S. & MARANHÃO, Z.C. 1959. Os Insetos polinizadores da mangueira. *Anais da Escola Superior de agricultura "Luis de Queiroz"* 16: 209-304.
- SIMÃO, S. 1971. *Manual de fruticultura*. São Paulo: Ceres.
- SINGH, G. 1989. Insect pollinators of mango and their role in fruit setting. *Acta Horticulturae* 231:629-632.
- SINGH, G. 1997. Pollination, Pollinators and fruit setting in mango. *Acta Horticulturae* 1: 116-123.
- SINGH, L.B. 1969. Mango. In *Outlines of perennial crop breeding in the Tropics* (F.P. Ferwerda & F. Wit, eds.). Veenen & Zonen, Wageningen, p.309-327.
- SINGH, R.N., MAJUMDAR, P.K. & SHARMA, D.K. 1962. Self incompatibility in mango (*Mangifera indica* L.) Var. Dashehari. *Current Science* 31:209.
- SOULE, J. 1985. *Glossary for Horticultural Crops*. Wiley, New York.
- SUNG, I.H., LIN, M.Y., CHANG, C.H., CHENG, A.S. & CHEN, W.S. 2006. Pollinators and their behaviors on mango flowers in Southern Taiwan. *Formosan Entomologist* 26:161-170.
- THIMMAPPAIAH, & SUMAN, C. L. 1987. Sex in relation to fruit-set and fruit yield in mango. *Punjab Horticultural Journal* 27:8-11.
- WHILEY, A.W., SARANAH, J.B., RASMUSSEN, T.S., WINSTON, E.C., & WOLSTENHOLME, B.N. 1988. Effect of temperature on growth of 10 mango cultivars with relevance to production in Australia. In *Proceedings of the Fourth Australasian Conference on Tree and Nut Crops* (D. Batten, ed.). Acotanc, Lismore, p.176-185.
- WOLSTENHOLME, B.N. & MULLINS, P.D. 1982. Flowering, pollination and fruit set in mango – A discussion of limiting factors. *South African Mango Grower's Association Research Journal* 2:5-11.
- YOUNG, T.W. 1942. Investigations of the unfruitfulness of Haden mango in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 55:106-110.
- ZANELLA, F.C.V. & MARTINS, C.F. 2003. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In *Ecologia e conservação da Caatinga* (I.R. Leal, M.Tabarelli & J.M.C. Silva). Editora Universitária da UFPE, p.75-134.