

KÁTIA MARIA MEDEIROS DE SIQUEIRA

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE FRUTÍFERAS NA REGIÃO
DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas - Área de concentração: Zoologia.

Orientador: Prof.^o Dr. Celso Feitosa
Martins

JOÃO PESSOA, PB.
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

KÁTIA MARIA MEDEIROS DE SIQUEIRA

**ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE FRUTÍFERAS NA REGIÃO
DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO.**

Aprovada em _____

BANCA EXAMINADORA

Dr. Celso Feitosa Martins
(Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

Dr. Clemens Schlindwein
(Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

Dr. Fernando César Vieira Zanella
(Universidade Federal de Campina Grande - UFCG)

Dra. Lúcia Helena Piedade Kiill
(Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semi-Árido)

Dra. Isabel Alves dos Santos
(Universidade de São Paulo - USP)

À minha mãe, Gilda Medeiros de Albuquerque “in memoriam”, estímulo constante para o meu aprimoramento pessoal.

Aos meus filhos, Érika, Virgínia e Murilo, minha melhor contribuição ao mundo.

Aos Cândido de Medeiros,

Dedico.

*As águas. As águas subindo, correndo nos alto.
O verde no chão, o chão sem pau. Planta, mato
miúdo, silêncio. Canto de passarinho? Veneno
cheirando, terra molhada. A água sobe, o mato
cai, cai... Imbuzeiro, imburana, aroeira,
baraúna....*

*Todo pau do mato cai. Terra nua. Trator
zuando mata o mato, fuça o chão, faz terra.*

*Irrigação. Trator, veneno, sulco, canteiro,
valeta, canal....Tomate, cebola, uva, melancia,
melão.....*

*O mundo sem mato, molhado, rico, invadindo o
mundo do mato. O mundo do mato, seco, de
longe vê o mundo sem mato molhado.*

***Vozes do mato,
Esmeraldo Lopes***

AGRADECIMENTOS

A solidariedade de muitas pessoas que durante o desenrolar deste trabalho, de uma forma sutil, outras vezes de inteira dedicação, ajudaram, incentivaram e me fortaleceram para continuar na jornada infinita da busca do conhecimento. Em especial, agradeço:

Ao ensino público e gratuito que me possibilitou uma educação de qualidade.

Ao Prof^o. Dr. Celso Feitosa Martins, pela orientação nesta tese, pelo exemplo de simplicidade, dedicação e compromisso com a pesquisa e o ensino público.

Ao Prof^o. Dr. Clemens Schindwein, pela co-orientação, sugestões e críticas que muito serviram para o aprimoramento desta tese.

À Dra. Lúcia Helena Piedade Kiill, pelo espírito ético, apoio, disponibilidade, e dedicação à pesquisa.

Aos Professores (as) que durante o desenrolar do curso, corrigiram os meus relatórios, contribuindo muito na constante revisão.

Aos Professores (as) suplentes, que muito criteriosamente leram e corrigiram a primeira versão desta tese.

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB), através do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), pela bolsa de ajuda de custo concedida (PAC) e liberação para realização do curso.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina (CEFET-Petrolina), pela liberação para realização do curso.

Aos colegas professores da UNEB e do CEFET-Petrolina, pela confiança e incentivo constante e, por viabilizaram a minha liberação através da regência das disciplinas, Citologia, Zoologia e Biologia.

Ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela disponibilização dos laboratórios, demais instalações e servidores, suporte fundamental para a realização dos experimentos.

Aos Professores (as) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, pela imensa contribuição no processo ensino-aprendizagem.

Aos alunos do curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, por compartilharem conhecimentos, discussões, angústias, alegrias e vitórias.

À amiga Raquel Andréia Pick, pela troca de experiências, suporte emocional e fraterno.

À amiga Dra. Maria Cristina Madeira colega cefetiana, por disponibilizar seu precioso tempo na identificação das abelhas e assim, proporcionar momentos de aprendizagem.

Ao Dr. Cícero Antônio, pelas discussões e sugestões quanto à análise estatística.

Ao Sr. Antônio Nogueira e Socorro Livramento Bezerra da Silva, Francisco das Chagas Soares Filho e Maria Salete Birk, aos colonos do projeto Maniçoba e Senador Nilo Coelho, por permitirem a utilização de suas propriedades para execução de parte dos experimentos.

Aos bolsistas da Embrapa Semi-Árido, Sabrina Pitombeira, Edsângela Feitoza, Ivanice Borges Lemos e Rafael Francisco dos Santos pelo companheirismo, dedicação e

responsabilidade durante a execução do projeto “Diagnóstico de Polinizadores no Vale do São Francisco”.

Ao PROBIO/MMA/GEF pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento do projeto “Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco”.

Aos bolsistas do PIBIC, CEFET-Petrolina, Laiane Torres da Silva e Hebert Sampaio Viana pela dedicação, responsabilidade e apoio.

Aos funcionários da Embrapa Semi-Árido em nome do Sr. Pedro José Alves, exemplo de dedicação, amor e respeito à natureza.

À equipe de profissionais da biblioteca da Embrapa Semi-Árido, pelo apoio e contribuição constante.

À Professora Maria Sônia do Nascimento Passos, pelas sugestões e valiosa colaboração na revisão gramatical.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
1. INTRODUÇÃO	01
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	06
2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS FRUTÍFERAS ESTUDADAS.....	06
2. 2. SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO ASSOCIADOS AS FRUTÍFERAS ESTUDADAS.....	09
2. 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
CAPÍTULO I. Estudo comparativo da polinização de <i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae), variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional e orgânico na Região do Vale do Submédio do São Francisco.....	22
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	29
Conclusões.....	43
Agradecimentos.....	44
Referências Bibliográficas.....	44
CAPÍTULO II. Biologia Reprodutiva e desenvolvimento de frutos de <i>Mangifera Indica</i> L. (Anacardiaceae) das variedades Tommy Atkins e Haden na região do Vale do Submédio São Francisco.....	48
Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	53

Conclusões.....	58
Agradecimentos.....	58
Referências bibliográficas.....	59
Capítulo III. Ecologia da polinização do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims F. <i>flavicarpa</i> Deg.), na região do Vale do Submédio São Francisco: limitação de polinizadores e competição vegetal.....	63
Abstract.....	64
Resumo.....	65
Introdução.....	67
Material e Métodos.....	68
Resultados.....	72
Discussão.....	85
Agradecimentos.....	89
Referências bibliográficas.....	89
Capítulo IV. Levantamento de ninhos de <i>Xylocopa</i> em áreas de caatinga, presentes no entorno de cultivos de maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	94
Abstract.....	95
Resumo.....	96
Introdução.....	97
Material e métodos.....	98
Resultados.....	101
Discussão.....	111
Referências bibliográficas.....	116
Capítulo V. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> DC.), na região do Vale do Submédio São Francisco.....	122
Abstract.....	123
Resumo.....	125
Introdução.....	126
Material e métodos.....	128
Resultados.....	131
Discussão.....	140

Referências bibliográficas.....	145
Capítulo VI. Ecologia da polinização da goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L., Myrtaceae), variedade Paluma, na região do Vale do Submédio São Francisco.....	150
Abstract.....	151
Resumo.....	153
Introdução.....	155
Material e métodos.....	156
Resultados.....	159
Discussão.....	167
Referências bibliográficas.....	172
3. CONCLUSÕES.....	177
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	179
5. ANEXOS.....	181
5.1 Anexo 1.....	182
5.2. Anexo 2.....	186

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Capítulo I. Estudo comparativo da polinização de <i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae), variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional e orgânico na Região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Tabela 1. Visitantes florais de <i>Mangifera indica</i> L., variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional e orgânico, com seus respectivos números de visitas, porcentagem, classe de frequência, recurso floral utilizado e resultado da visita. Classe de Frequência: A = Abundante ($\geq 30\%$), F = Freqüente ($\geq 10 < 30\%$) e R = Raro ($< 10\%$).....	35
Capítulo II. Biologia reprodutiva e desenvolvimento de frutos de <i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae) das variedades Tommy Atkins e Haden na região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Tabela 1. Resultado dos experimentos de polinização com <i>Mangifera indica</i> L., variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional, no ano de 2006, em Petrolina-PE.....	54
Tabela 2. Resultado dos experimentos de polinização com <i>Mangifera indica</i> L., variedade Haden, em cultivo convencional, no ano de 2006, em Petrolina-PE.....	55
Tabela 3. Taxa de aborto registrada a partir do acompanhamento do desenvolvimento dos frutos da mangueira, variedades Tommy Atkins e Haden, em cultivo convencional, em Petrolina-PE.....	56
Tabela 4. Tamanho dos frutos das variedades Tommy Atkins e Haden de acordo com os estádios de desenvolvimento, em Petrolina-PE.....	57
Capítulo III. Ecologia da polinização do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.), na região do Vale do Submédio São Francisco: limitação de polinizadores e competição vegetal.....	
Tabela 1. Medidas de partes das flores do maracujá amarelo (<i>P. edulis</i>) em antese, após deflexão dos estiletes.....	73
Tabela 2. Experimentos sobre o sistema reprodutivo e formação de frutos realizados na cultura do maracujá amarelo (<i>P. edulis</i>), em duas áreas de cultivo, no Projeto Maniçoba Juazeiro-BA., nos anos de 2005/2006.....	77
Tabela 3. Flores submetidas à polinização natural (PCN3) e cruzada manual em 1, 2, 3 e 4 estigmas (PCM) com os respectivos números e porcentagens de vingamento dos frutos, no maracujá amarelo (<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	

Deg.).....	77
Tabela 4. Média e desvio padrão das medidas de avaliação dos frutos do maracujá amarelo (<i>P. edulis</i>), submetidos aos seguintes tratamentos; polinização cruzada manual (PCM) em quatro, três, e dois estigmas e polinização natural (PCN-3-controle).....	78
Tabela 5. Visitantes florais de <i>P. edulis</i> com seus respectivos números de visitas, percentagem, classe de freqüência, recurso floral utilizado e resultado da visita, nas áreas A e B no primeiro semestre de 2005 e área A no segundo de 2006. Classes de freqüência: A= Abundante (mais de 30%), F = Freqüente (entre 10 e 30%) e R = Raro (menos de 10%).....	83
Capítulo IV. Levantamento de ninhos de <i>Xylocopa</i> em áreas de caatinga, presentes no entorno de cultivos do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.)	
Tabela 1. Medidas relativas à dimensão e localização dos ninhos de <i>Xylocopa</i> spp. em troncos de <i>Commiphora leptophloeos</i> (Burseraceae, umburana de cambão) no projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.....	101
Tabela 2. Número de ninhos e abelhas <i>Xylocopa</i> spp. em três áreas de Caatinga, localizados no entorno da cultura de <i>Passiflora edulis</i> , no Projeto de Irrigação, Maniçoba, em Juazeiro-BA.....	104
Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal da área A (degradada), com destaque para <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B., no Projeto Maniçoba, em Juazeiro-BA.....	106
Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal da área B (conservada), com destaque para <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B., no Projeto maniçoba, em Juazeiro-BA.....	108
Tabela 5. Percentuais de grãos de pólen de <i>P.edulis</i> jogados para fora dos ninhos de <i>Xylocopa</i> spp.....	109
Tabela 6. Período, localização e percentuais de grãos de pólen, retirados de <i>X. griseus</i> e <i>X. frontalis</i> , em ninhos localizados dentro do cultivo de <i>P. edulis</i> ...	110
Capítulo V. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> DC.), na região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Tabela 1. Número e percentuais de glândulas (elaióforos) encontrados em três variedades de aceroleira (<i>M. emarginata</i>), em áreas irrigadas no Vale do Submédio São Francisco.....	131
Tabela 2. Porcentual de viabilidade dos grãos de pólen de três variedades de aceroleiras (<i>Malpighia emarginata</i>), com respectiva média de grãos por antera e por flor.....	133

Tabela 3. Resultados dos experimentos de polinização, com comparação através do teste do χ^2 , para <i>Malpighia emarginata</i> , variedades Sertaneja, Flor Branca e Okinawa, em cultivo irrigado no Projeto Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE.....	134
Tabela 4. Avaliação dos grãos de pólen retirados do corpo dos principais visitantes da aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i>) em cultivo irrigado na região do Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE.....	138
Capítulo VI. Ecologia da polinização da goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L., Myrtaceae), variedade Paluma, na região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Tabela 1. Medidas morfométricas de partes das flores de <i>Psidium guajava</i> L., variedade Paluma, em cultivo irrigado em Petrolina-PE.....	160
Tabela 2 Resultado dos experimentos de polinização sobre o sistema reprodutivo de <i>Psidium guajava</i> L. variedade Paluma, com taxas de aborto aos 60 e 120 dias e percentuais de frutificação.....	161
Tabela 3. Parâmetros de avaliação dos frutos da goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.) variedade Paluma, de acordo com os tipos de polinização, em cultivo irrigado, no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-Pe, em 2006.....	162
Tabela 4. Visitantes florais de <i>Psidium guajava</i> L. variedade Paluma, com seus respectivos totais e percentagens de visitas, classe de frequência, recurso floral utilizado e resultado da visita, em área irrigada no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE, em fevereiro e março de 2005. Classe de Frequência: A= Abundante ($\geq 30\%$), F= Freqüente ($\geq 10 < 30\%$) e R= Raro ($< 10\%$). Resultado da visita: pe= polinizador efetivo, po= polinizador ocasional..	164
Tabela 5. Abelhas visitantes florais da goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L.) variedade Paluma, e suas características quanto a duração da visita, contato com o estigma e peso da carga polínica, em estudo realizado em cultivo irrigado no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE, nos meses de junho e julho de 2006.....	166

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Introdução Geral	
Figura 1. Bacia do rio São Francisco com a localização do Vale do Submédio São Francisco (Fonte: CODEVASF).....	02
Capítulo I. Estudo comparativo da polinização de <i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae), variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional e orgânico na Região do Vale do Submédio do São Francisco.....	
Figura 1. Imagem de satélite dos plantios de mangueira em cultivo orgânico e convencional, Fazenda Frutex, em Petrolina-PE. Notar vegetação nativa no entorno da área.....	27
Figura 2. Médias mensais de precipitação e umidade, obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Bebedouro em Petrolina (09°09"S 40°22"W), Pernambuco, durante os anos de 2005 e 2006.....	28
Figura 3. Mangueiras da variedade Tommy Atkins em floração. a- vista geral, b- em detalhe as panículas.....	30
Figura 4. Detalhe das flores de <i>Mangifera indica</i> . a- flor hermafrodita. b- flor masculina. Notar setas indicando o estame (e), estaminódios (es) e ovário (o) e a localização do nectário (n).....	31
Figura 5. Distribuição dos tipos florais de acordo com a localização na panícula e o tipo de cultivos da variedade Tommy Atkins.....	31
Figura 6. Flores da mangueira. a- em antese. Notar coloração da antera, do filete e dos guias de néctar; b- 24 horas após a antese. Notar alteração de cor das pétalas, dos guias de néctar, dos filetes e das anteras.....	33
Figura 7 Visitantes florais da mangueira, a- abelhas <i>Apis mellifera</i> e <i>Trigona spinipes</i> , b- moscas: <i>Palpada vinetorum</i> e <i>Ornidia obesa</i> , c- vespas: <i>Brachygastra</i> sp e <i>Polistes</i> sp.....	34
Figura 8. Plantas visitadas pelos polinizadores da mangueira na área do entorno e no cultivo. A- <i>Mimosa pudica</i> (Leguminosae), A 1- <i>Apis mellifera</i> , A 2- <i>Palpada vinetorum</i> . B- <i>Mimosa verrucosa</i> (Leguminosae), B 1- <i>P. vinetorum</i> , B 2- <i>Brachygastra</i> sp.....	36
Figura 9. Tempo médio de permanência dos visitantes florais nas panículas das variedades Tommy Atkins em cultivo convencional e orgânico.....	38
Figura 10. Número total de visitas por intervalo de tempo em panículas da variedade Tommy Atkins em cultivo orgânico e convencional.....	39

Figura 11. Porcentagem de visitas por horário em <i>Mangifera indica</i> , variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional (a), e orgânico (b), em Petrolina-PE..	40
Figura 12. Número médio de visitas dos principais visitantes da <i>Mangifera indica</i> variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional, durante os períodos seco e chuvoso nos anos de 2005/2006, em Petrolina-PE.....	41
Figura 13. Comparação do numero total de espécies registrado para o período da manhã e da tarde, antes e após a pulverização em cultivo convencional de mangueira da variedade Tommy Atkins, em Petrolina, PE.....	42
Figura 14. Comparação do numero total de visitas registrado para o período da manhã e da tarde, antes e após a pulverização em cultivo convencional de mangueira da var. Tommy Atkins, em Petrolina-PE.....	42
Capítulo II. Biologia reprodutiva e desenvolvimento de frutos de <i>Mangifera indica</i> L. (Anacardiaceae) das variedades Tommy Atkins e Haden na região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Figura 1. Inflorescências da mangueira, variedade Tommy Atkins (A) e Haden (B). Notar diferenças na coloração e abundância de flores.....	54
Figura 2. Tipos de frutos encontrados ao longo do desenvolvimento da mangueira da variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional, em Petrolina-PE. 1- chumbinho, 2- ervilha, 3- azeitona, 4- castanha, 5- ovo e 6- fruto em fase final.....	57
Capítulo III. Ecologia da polinização do maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg.), na região do Vale do Submédio São Francisco: limitação de polinizadores e competição vegetal.....	
Figura 1. Médias mensais de precipitação e umidade obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Mandacaru em Juazeiro (09°24"S 40°26"W), Bahia, durante os anos de 2005 e 2006.....	68
Figura 2. Flor de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> , em corte transversal. (es) estigma, (an) antera, (ov) ovário, (o) opérculo e (cn) câmara nectarífera.....	73
Figura 3. Comparação entre as médias e desvio padrão do número de óvulos registrados em flores com três estigmas (áreas A e B) e flores apresentando quatro estigmas (área A).....	74
Figura 4. Corte transversal do ovário de flor com quatro estigmas. Em detalhe o segundo gineceu atrofiado, dentro do ovário. A- ovário em corte transversal, B- o gineceu atrofiado, B1-estigma, B2- estilete, B3- micro-ovário.....	75
Figura 5. Seqüência de abertura da flor de <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> : A-botão em pré-antese; B e C-início da abertura dos botões; D e E- separação das pétalas e	

sépalas; F anteras em posição lateral e estiletos sem flexão.....	76
Figura 6. Correlação entre peso e número de sementes viáveis, dos frutos obtidos através de polinizações cruzadas em dois, três e quatro estigmas em <i>P. edulis</i> , em cultivo irrigado em Maniçoba, Juazeiro-BA.....	79
Figura 7. Fêmea (A) e macho (B) do gênero <i>Xylocopa</i> coletando néctar em <i>P. edulis</i> . Observa-se a posição da face inferior da antera acoplada a região dorsal torácica das abelhas.....	80
Figura 8. Comportamento de nidificação de <i>Xylocopa grisescens</i> : A-inspeção do local potencial, para construção do ninho, B- vôos circulares em torno do tronco seco de Imburana de cambão (<i>Commiphora leptophloeos</i>), C e D- pouso na madeira, utilizando o aparelho bucal para inspeção.....	81
Figura 9. <i>Apis mellifera</i> na flor do maracujá amarelo em detalhe, o posicionamento na antera para coleta de pólen (a) e carga polínica armazenada na corbícula (b).....	82
Figura 10. Comparação entre os valores mínimo, médio e máximo do peso da carga polínica de uma antera de <i>Passiflora edulis</i> e da encontrada no corpo de <i>Apis mellifera</i>	82
Figura 11. Número médio de visitas por intervalo de tempo, durante as estações chuvosa e seca em cultivo irrigado de <i>P. edulis</i> , no Projeto Maniçoba, Juazeiro-BA nos anos de 2005/2006.....	84
Figura 12. Tempo média de permanência nas flores de <i>P. edulis</i> dos principais visitantes florais, em cultivo irrigado no Projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.....	84
Capítulo IV. Levantamento de ninhos de <i>Xylocopa</i> em áreas de caatinga, presente no entorno de cultivos de maracujá amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.).....	
Figura 1. Projeto Maniçoba em Juazeiro-BA com a localização das áreas utilizadas para levantamento da distribuição dos ninhos de <i>Xylocopa</i> spp. (A, B e C). 1- ninho dentro do cultivo de <i>P. edulis</i> , 2- ninho na associação, zona urbana.....	100
Figura 2. Vista geral de <i>Commiphora leptophloeos</i> -Burseraceae, em detalhe entrada dos ninhos de <i>Xylocopa</i> spp.....	102
Figura 3. Freqüência do número de ninhos de <i>Xylocopa</i> spp., por classe de freqüência do número de ninhos por planta de <i>Commiphora leptophloeos</i> (Burseraceae, umburana de cambão), em área de caatinga, no projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.....	103

Figura 4. Frequência de ninhos por classe de diâmetro do tronco de <i>Commiphora leptophloeos</i> (Burseraceae, umburana de cambão) utilizado para nidificação de <i>Xylocopa</i> spp., em área de Caatinga, no projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.....	103
Figura 5. Principais famílias e seus respectivos percentuais, das principais famílias inventariadas nas áreas de caatinga, no entorno dos cultivos de <i>Passiflora edulis</i> , no projeto Maniçoba, JuazeiroBA.....	105
Capítulo V. Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i> DC.), na região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Figura 1. Médias mensais de precipitação e umidade (%) obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Bebedouro, em Petrolina-PE, em 2006 e 2007.....	129
Figura 2. Disposição dos elaióforos nas flores de <i>Malpighia emarginata</i> DC., em relação as sépalas e pétalas. Flores com dez (a), nove (b), oito (c), sete (d e e) e seis elaióforos (f).....	132
Figura 3. Abelhas visitantes das flores de <i>Malpighia emarginata</i> , em cultivo irrigado no Vale do Submédio São Francisco. A- <i>Centris tarsata</i> . B- <i>C. maranhensis</i> , C- <i>Centris obsoleta</i> e D- <i>Centris aenea</i>	135
Figura 4. Número total de visitas às flores de três variedades de aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i>), em cultivo irrigado, no primeiro semestre de 2007, no Projeto Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE.....	136
Figura 5. Número de flores visitadas por planta, pelos polinizadores mais freqüentes da aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i>) em cultivo irrigado, no Projeto Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE.....	137
Figura 6. Locais de nidificação de <i>Centris aenea</i> no entorno da cultura da aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i>), no Projeto Senador Nilo Coelho, área do CEFET-Petrolina, Petrolina-PE. A - vista geral da área com vegetação rasteira, próxima à área residencial, a-detulhe da entrada do ninho. B - estrada de terra batida, b- entrada do ninho C e D - Parede de areia retirada do canal de drenagem, c e d - detalhes das entradas dos ninhos.	139
Figura 7. Comportamento de territorialidade em machos de <i>Centris aenea</i> . Os machos permaneciam parados por alguns segundos no suporte (A e B), apresentando antenas eretas e ligeiros movimentos nas pernas posteriores (C, D e E).....	140
Capítulo VI. Ecologia da polinização da goiabeira (<i>Psidium guajava</i> L., Myrtaceae) na região do Vale do Submédio São Francisco.....	
Figura 1. Flor da goiabeira A- flor em antese, observando-se os estames, estilete e o estigma. B- botão em pré-antese.....	160

Figura 2. Visitantes das flores da goiabeira (<i>P. guajava</i> L.), variedade Paluma. A- <i>Apis mellifera</i> , B- <i>Melípona mandacaia</i> , C- <i>Centris aenea</i> .e D- <i>Xylocopa grisescens</i>	163
Figura 3. Número médio de visitas as flores da goiabeira (<i>P. guajava</i>) em relação ao horário de visitação, em cultivo irrigado no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE, em fevereiro e março de 2005.....	165
Figura 4. Abelha <i>Xylocopa grisescens</i> , em decúbito dorsal, mostrando a localização dos gr�os de pólen da goiabeira após visitação.....	167

RESUMO

Este estudo procurou compreender aspectos da ecologia da polinização de frutíferas cultivadas no Vale do Submédio São Francisco, no pólo de irrigação Petrolina-PE/Juazeiro-BA., durante os anos de 2005/2007. Os trabalhos foram desenvolvidos em plantios comerciais de *Mangifera indica* L.(Anacardiaceae), variedades Tommy Atkins e Haden, de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (Passifloraceae), de *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae) variedades Sertaneja, Flor Branca e Okinawa e de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) variedade Paluma. Em *M. indica*, as panículas apresentaram flores masculinas e hermafroditas, na proporção de 2:1, registrando-se dicogamia. Foram registradas 21 espécies de visitantes florais, pertencentes às ordens; Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Odonata. *Apis mellifera* foi à espécie mais freqüente. Dentre os dípteros, destacaram-se *Belvosia bicincta* (17,7%) e *Musca domestica* (10,2%) em cultivo convencional e orgânico, respectivamente. A utilização de agrotóxicos durante a floração reduziu a freqüência de visitas das abelhas em 50% e dos dípteros em 20%. Devido ao seu comportamento, freqüência e ativo deslocamento nas inflorescências, *A. mellifera* foi considerada como o polinizador mais eficiente da cultura. Nos experimentos de polinização, foi registrado sucesso reprodutivo na polinização espontânea com a variedade Tommy Atkins. A relação fruto/panícula foi de 1,8 para a Tommy Atkins e de 0,71, para Haden e a relação fruto/flor foi considerada baixa em ambas as variedades. Ao longo do desenvolvimento dos frutos, as taxas de aborto nos primeiros 15 dias foram de 60,92% e 58,3% para a Tommy Atkins e Haden, respectivamente. As maiores taxas foram registradas aos 28 dias para a Tommy Atkins (98,85%) e aos 50 dias (92,6%) para a Haden. O completo desenvolvimento dos frutos ocorreu aos 120 dias, identificando-se as fases chumbinho (7 dias), ervilha (23 dias), azeitona (33 dias), castanha(40 dias), ovo (50 dias) e fruto em estágio final. Em *P. edulis* f. *flavicarpa*, mais de 94% dos grãos de pólen foram viáveis e os estigmas permaneceram receptivos durante toda a antese. O volume de néctar foi de 100 µL, com 48% °brix. Registrou-se 10% de flores com quatro estigmas que, quando polinizadas manualmente, apresentaram frutos maiores e com maior número de sementes ($477,77 \pm 76,83$, n= 9). Os visitantes florais identificados foram *A. mellifera*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis* e *X. cearensis*. *Apis mellifera* e *T. spinipes* foram consideradas pilhadores de pólen e néctar, respectivamente. As abelhas

do gênero *Xylocopa* foram mais freqüentes nas flores durante a estação seca e *A. mellifera* durante a estação chuvosa. Os polinizadores efetivos foram *X. grisescens* e *X. frontalis*, constatando-se uma limitação desses polinizadores nas áreas estudadas. Os locais de nidificação de *X. grisescens* e *X. frontalis*, foram registrado nas áreas de caatinga, no entorno dos cultivos, em troncos secos de umburana de cambão (*Commiphora leptophloeos*-Burseraceae). Os resultados indicam que há disponibilidade de substrato nas áreas estudadas, não sendo este fator limitante para a multiplicação destas abelhas. A espécie *C. leptophloeos* apresentou distribuição agregada ($P_i = 2,18$), como também, os ninhos nas árvores e nas áreas. A maior relação ninho/hectare e abelha/planta registradas foram de 6,7 e 4,7, respectivamente. Em *M. emarginata*, o número de elaióforos variou entre variedades e entre indivíduos. A antese das flores foi diurna, ocorrendo entre 4h30 e 5h com os grãos de pólen disponíveis e os estigmas receptivos. A viabilidade polínica da variedade Okinawa foi baixa (14%), quando comparada com a Flor Branca (92%) e Sertaneja (83%). O sucesso reprodutivo com a autopolinização espontânea variou de 4 a 6%. Na polinização inter-cultivares, a menor taxa de frutificação foi registrada quando a Okinawa foi usada como doadora de pólen (1%) e a maior taxa com a Sertaneja (43%). Na polinização natural (controle), destacou-se a Sertaneja com 46% de frutificação. Os visitantes florais registrados foram *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides*, *C. obsoleta* e *Frieseomelitta doederleini*. Devido a sua freqüência, comportamento e fidelidade floral, *C. aenea*, foi considerada o polinizador efetivo da cultura na região. Para *P. guajava* L., variedade Paluma, a antese ocorreu entre 5h e 5h30, com emissão de odor adocicado, estando os grãos de pólen disponíveis. Mais de 95% dos grãos de pólen permaneceram viáveis, por mais de 10 horas, e a receptividade estigmática se estendeu pelo mesmo período. Foi registrada autopolinização espontânea (62,1%), porém com um maior percentual de frutificação com a polinização em condições naturais (74,5%). As maiores taxas de queda de frutos imaturos ocorreu aos 60 dias (24 a 45%) após a polinização. Não foi registrada polinização pelo vento. Registrou-se correlação positiva entre peso dos frutos e número de sementes. Os visitantes florais identificados foram *A. mellifera*, *Melipona mandacaia*, *T. spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *F. doederleini*, *C. aenea*, *X. grisescens*, *X. frontalis*, *X. cearensis* e *Ptiloglossa* sp. O pico de visitação ocorreu entre 5h30 e 6h30. As abelhas *C. aenea*, e as do gênero *Xylocopa*, foram consideradas como polinizadores efetivos da cultura. De modo geral, foi

observado que nas frutíferas estudadas há um incremento na frutificação com a polinização natural, indicando a importância dos visitantes florais para a produção.

ABSTRACT

This study tried to understand aspects of the pollination ecology of fruit crop grown in the São Francisco Valley, in irrigated projects from Petrolina-PE/Juazeiro-BA, during the years of 2005/2007. The works carried out in the crops of the *Mangifera indica* L.(Anacardiaceae), under conventional tillage for the varieties Tommy Atkins and Haden, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (Passifloraceae), *Malpighia emarginata* DC. (Malpighiaceae) varieties Sertaneja, Flor Branca and Okinawa, and *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) Paluma variety. For the *M. indica* the panicles presented male and hermaphrodite flowers, in the proportion of 2:1, dicogamy was registered. Twenty one varieties of flower visitors were registered belonging to the orders Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera and Odonata. *Apis mellifera* was the most frequent. Among the Diptera, *Belvosia bicincta* (17.7%) and *Musca domestica* (10.2%) were the most frequent visitors in conventional and organic crops respectively. The use of agrotocics during the flowering period reduced the visit of bees (50%) and Diptera (20%). Because of its behaviour, frequency and active movement in the inflorescences, *A. mellifera* was considered as the most efficient pollinator of the crop. In the pollination experiments the reproductive success in spontaneous pollination was registered in the Tommy Atkins variety. The relation fruit/panicle in the variety Tommy Atkins was (1.8) and (0.71) for Haden and the relation fruit/flower was considered low in both varieties. Throughout the fruit development, the abort rates registered in the first 15 days were 60.92% and 58.3% for Tommy Atkins and Haden, respectively. The highest rate registered on the 28th day was 98.85% in Tommy Atkins and on the 50th day, 92.6% in Haden. The complete development of the fruits occurred in 120 days, and the phases identified were “chumbinho” (7days), pea size (23 days), olive (33 days), nut (40 days), egg (50 days) and the fruit in the final stage. In *P. edulis* f. *flavicarpa* the pollen grains presented 94% viability and the stigmas were receptive during the entire anthesis. The nectar volume was in average 100 µL, with 48% of sugar concentration. It was registered 10% of flowers with four stigmas, which when manually pollinated, produced bigger fruits with a higher number of seeds (477.77 ± 76.83 , n= 9). The identified flower visitors were *A.*

mellifera, *Trigona spinipes*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis* and *X. cearensis*. *A. mellifera* and *T. spinipes* were considered pollen and nectar robbers, respectively. Bees of the genus *Xylocopa* were more frequent in the flowers during the dry season and *A. mellifera* during the wet season. The effective pollinators were *X. grisescens* and *X. frontalis*, and thus it was found that they were limited in number in the studied areas. The nesting place of *X. grisescens* and *X. frontalis* were registered in the area of the caatinga, in areas surrounding the crops, in dry trunks of umburana de cambão (*Commiphora leptophloeos*-Burseraceae). The results indicated that there is availability of substrate for nesting in the studied areas, and therefore, this is not a limiting factor for bee multiplication. The distribution pattern of the *C. leptophloeos*, according to the aggregation index of Payandeh, was 2.18, as well as the nests in trees and in the areas. As maximum values it was registered 6.7 nests/hectare, 4.7 bees/tree. In *M. emarginata* Dec, the number of elaiophores varied among the varieties and individuals. The floral anthesis was diurnal and occurred between 4.30h and 5.00h, and at this moment the pollen grains were already available and the stigma was receptive. The viability of the pollen grains of the variety Okinawa was low (14%) when compared to Flor Branca (92%) and Sertaneja (83%). The reproductive success through the spontaneous self-pollination varied between 4 and 6%. In the manual crossed pollination among the varieties, the lower fructification tax was obtained for the crossing using Okinawa as pollen donor (1%). The major rate was obtained with Sertaneja (43%). In the natural pollination (control) Sertaneja presented the biggest value of fructification (46%). The flower visitors registered were *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides*, *C. obsoleta*, and *Frieseomelitta doederleini*. Due to their frequency, behaviour and flower fidelity, *C. aenea*, was considered the effective pollinator of the culture in the region. For *P. guajava* L., Paluma variety, the anthesis occurred between 5.00h and 5.30h, with emission of sweet odor by the flowers, being the pollen grains available. More than 95% of the pollen grains remained viable for more than 10 hours and the receptivity of the stigma was kept by the same period. It was registered the spontaneous self-pollination (62.1%). However, in natural conditions we obtained a larger percentage of fruit production (74.5%). The largest immature fruit fall rates (24 to 45%) was registered at 60 days after pollination. Wind pollination was not observed. There was a positive correlation between weight of fruits and number of seeds. The flower visitors identified were *A. mellifera*, *Melipona mandacaia*, *T. spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *F. doederleini*, *C. aenea*, *X. grisescens*, *X.*

frontalis, *X. cearensis*, and *Ptiloglossa* sp. The visitation peak occurred between 5.30h and 6.30h. The bees *C. aenea*, and the ones of the genus *Xylocopa*, were considered as effective crop pollinators. In general, it was observed a frutification increase for the crops studied when there was natural pollination, which indicates the importance of the flower visitors for the production.

1. INTRODUÇÃO

O rio São Francisco é a fonte de irrigação de 120 mil hectares, onde se cultivam frutas e hortaliças. Com produção anual correspondente a cerca de 1 milhão de toneladas de frutas, o Vale do São Francisco é responsável por 92% das exportações brasileiras de manga e por 98% das de uva. Também se sobressai o cultivo de banana, coco verde, goiaba, melão, acerola, limão, maracujá, mamão e pinha (Anuário Brasileiro da Fruticultura 2006).

O Vale do Submédio São Francisco abrange áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco. Nessa região, a altitude varia de 200 a 800 m, com precipitação média anual de 530 mm na região de Juazeiro/Petrolina. A temperatura média anual é de 27°C, a evaporação é da ordem de 3.000 mm anuais e o clima é tipicamente semi-árido (Figura 1) (CODEVASF 2007).

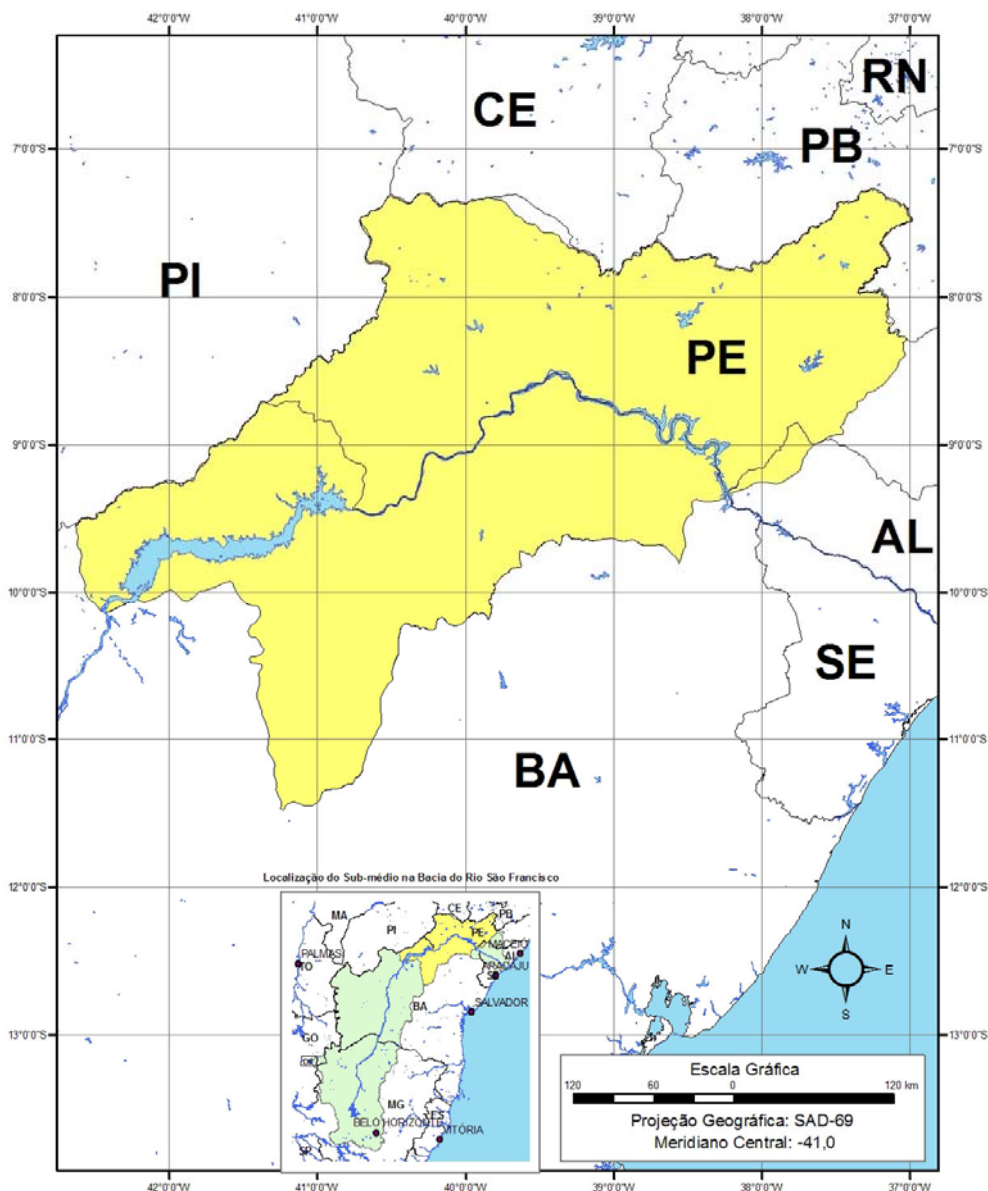


Figura 1. Bacia do Rio São Francisco com a localização do Vale do Submédio São Francisco (Fonte: CODEVASF).

A região é um dos mais importantes centros produtores e exportadores de frutas frescas do País, destacando-se os municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) os quais representam o maior exemplo de desenvolvimento agrícola em áreas irrigadas da região Nordeste. Este desenvolvimento se apóia nas condições climáticas, caracterizada pela elevada insolação durante todo o ano, e solos de boa aptidão para a irrigação que ajudam a promover a qualidade da produção de frutas.

Inserido na Caatinga, o pólo de fruticultura, com perímetros de irrigação com uma dinâmica sócio-econômica própria, em função das atividades agrícolas irrigadas e de representar um potencial nacional na produção de frutas, provoca alterações na paisagem local. Estas mudanças ambientais determinadas pela expansão das áreas agrícolas pode ser um dos fatores que promovem uma carência de polinizadores, sendo atualmente considerado um dos fatores mais restritivos ao aumento da produtividade em muitas culturas (Kremen *et al.* 2002).

Uma revisão realizada por Klein *et al.* (2007) revelou que a polinização é essencial na produção de 13 culturas e altamente dependente para outras 30. Além disso, segundo os mesmos autores, estudo de caso em nove culturas, em quatro continentes, revelou que a intensificação agrícola põe em risco as comunidades de abelhas nativas e, conseqüentemente, os serviços de polinização em escala ambiental.

Vários estudos têm alertado para o declínio da diversidade de polinizadores em todo o mundo (Kearns & Inouye 1997, Donaldson 2002, Klein *et al.* 2007). Sua importância para a produção agrícola e manutenção dos recursos naturais foi confirmada durante a Conferência das Partes para a Conservação da Diversidade Biológica, quando ficou estabelecida a Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores (IPI) no ano de 2000. No Brasil, foi estabelecida a Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP), centrada nos objetivos da IPI, visando o monitoramento do declínio dos polinizadores, à identificação do valor econômico da polinização, à promoção e, à restauração e o uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura, dentre outros.

Dentro de uma perspectiva de sustentabilidade, modernas tecnologias de produção agrícola estão sendo implantadas na região. Entre elas, destaca-se a Produção Integrada de Frutas (PIF). Representando cerca de 80% das estratégias do PIF, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) preconiza que o controle de pragas deve ser realizado por meio de técnicas compatíveis que visem manter as populações de insetos abaixo do nível de dano econômico. Dessa forma, a produção integrada

representa uma proposta de agricultura sustentável sob o ponto de vista ecológico, social e econômico. Apesar da importância do programa, atualmente ele vem sendo efetuado apenas na cultura da manga e uva, as responsáveis pelas exportações.

Este trabalho teve como enfoque geral, o estudo da ecologia da polinização de quatro das principais frutíferas cultivadas nos municípios de Juazeiro-BA e Petrolina-PE, a fim de identificar os polinizadores efetivos destas culturas, sua influência na produção, a relação da área nativa e práticas de manejo na dinâmica dos polinizadores.

Para facilitar a apresentação dos trabalhos, a tese está dividida em seis capítulos, de acordo com a cultura estudada, assim;

O Capítulo I apresenta um estudo da biologia floral de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), variedade Tommy Atkins, em dois sistemas de produção, o convencional e o orgânico, identificando os principais visitantes florais; descrevendo seu comportamento; comparando sua frequência durante a estação seca e chuvosa; descrevendo a importância da vegetação do entorno na oferta de recursos e abrigo para os visitantes florais e analisando a influência do uso de inseticidas na visitação. Este capítulo foi submetido à Revista Brasileira de Fruticultura, para publicação na forma de artigo e segue a formatação solicitada, de acordo com o anexo I (pág.181).

O Capítulo II estuda, comparativamente, o sistema reprodutivo de duas variedades de *Mangifera indica* L., a Tommy Atkins e a Haden, ambas em cultivo convencional, destacando o baixo vingamento das plantas e a importância dos visitantes florais na produção de frutos, além de caracterizar, morfológicamente, os frutos em cada estágio, quantificando o percentual de queda durante o desenvolvimento,

O Capítulo III descreve a influência dos polinizadores efetivos na produção de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. (Passifloraceae), durante o período seco e chuvoso, a competição de recursos vegetais com a cultura, o comportamento e limitação dos polinizadores efetivos e os danos causados pelos pilhadores. O estudo também caracteriza o sistema reprodutivo e a polinização,

assim como as características quantitativas e qualitativas dos frutos produzidos. Este capítulo foi encaminhado à Revista Brasileira de Botânica, para publicação na forma de artigo e segue a formatação solicitada, de acordo com o anexo II (pág. 185).

O Capítulo IV estuda os locais de nidificação, o substrato utilizado, a distribuição espacial dos ninhos naturais, e alguns aspectos do forrageio de abelhas do gênero *Xylocopa*, em áreas de caatinga no entorno de cultivos de maracujá.

O Capítulo V faz uma comparação entre três variedades de *Malpighia emarginata* Dec (Malpighiaceae), Okinawa, Flor Branca e Sertaneja, quanto à biologia floral, sistema reprodutivo e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura. São ainda citados os principais polinizadores desta cultura, seu comportamento, frequência, constância floral, período e locais de nidificação. Este capítulo foi encaminhado à Revista Brasileira de Botânica, para publicação na forma de artigo e segue a formatação solicitada, de acordo com o anexo II (pág.185).

O Capítulo VI descreve a biologia floral de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), variedade Paluma, em cultivo convencional, citando os polinizadores efetivos, suas características quanto ao horário de visitação, frequência e carga polínica, como também, a relação entre o tipo de polinização e as características quantitativas e qualitativas dos frutos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DAS FRUTÍFERAS ESTUDADAS

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma frutífera nativa da Ásia, mas precisamente do Noroeste da Índia (Assam), sudeste do continente asiático e das ilhas circunvizinhas. Na Índia, esta frutífera tem sido cultivada há mais de 4.000 anos, com cerca de 1.000 variedades reconhecidas (Mukherjee 1953 citado por Davenport & Núñez-Elisea 1997). Gradualmente, a cultura da manga 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 mangueira pertence a família Anacardiaceae, gênero *Mangifera* no qual são descritas por Mukherjee (1985) 39 espécies. As variedades estão divididas em dois grupos: indiano

(monoembriônicas, fortemente aromáticas, de coloração atraente e suscetível à antracnose) e indochinês (poliembriônicas, caroços longos e achatados, pouco aromáticas e medianamente resistentes à antracnose) (Campbell & Malo 1974).

A predominância do cultivo de mangueiras polioembriônicas foi responsável pela limitação da expansão do cultivo no Brasil, até a década de 1960, porém com o advento de variedades procedentes da Flórida, EUA, a cultura tomou um grande impulso do ponto de vista comercial (Pinto & Ferreira 1999).

Na década de 80 iniciaram-se os plantios de mangueira no Semi-Árido do Nordeste e, já na década de 90, o Brasil consolidou-se como exportador da fruta. Com a abertura comercial, o Pólo de Petrolina/Juazeiro tornou-se o maior exemplo de desenvolvimento agrícola em áreas irrigadas da região Nordeste, produzindo impactos significativos sobre a renda e emprego, inclusive de atividades não agrícolas (Lacerda & Lacerda 2004).

Atualmente, o Vale do São Francisco possui 22 mil hectares ocupados com manga, cuja produção anual chega a 350 mil toneladas. A região responde por cerca de 92% das exportações nacionais da fruta. Em 2006, o Brasil embarcou 105.000 toneladas. Desse montante, 96.600 toneladas saíram do Vale (Anuário Brasileiro da Fruticultura 2006).

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) pertence a família Passifloraceae, predominantemente tropical e subtropical, com cerca de 20 gêneros e 650 espécies (Nunez & Queiroz 2006). No Brasil, o gênero *Passiflora* possui cerca de 120 espécies (Cervi 1977). A espécie mais cultivada, devido seu valor econômico, é *P. edulis*, responsável por mais de 95% da produção do Brasil é utilizado, principalmente, no preparo de sucos.

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com produção de 491.619 toneladas e área de aproximadamente 37 mil hectares (Anuário Brasileiro de Fruticultura 2006). A região Nordeste é a principal produtora, respondendo por cerca de 45% da produção nacional, sendo a Bahia e Sergipe os Estados que registraram produção mais expressivas. O pólo Petrolina-

PE/Juazeiro-BA, conta com mais de 1.000 ha implantados da cultura nos perímetros de irrigação (Araújo *et al.* 2005).

A principal demanda para esta frutífera é o mercado interno, que absorve a maior parte da produção. Do ponto de vista econômico, o maracujá caracteriza-se por ser uma cultura de pequenas unidades produtivas, o que representa uma alternativa aos pequenos produtores, gerando ocupação de mão de obra considerável, renda durante todo o ano, uma vez que a safra no Nordeste dura de 10 a 12 meses, contribuindo para elevar o padrão de vida das pequenas propriedades rurais de exploração familiar (Araújo *et al.* 2005).

A aceroleira (*M. emarginata* Dec.), conhecida como cereja das Antilhas é uma espécie frutífera originária de regiões da América Central, noroeste da América do Sul e Antilhas (Fouqué 1973), pertencente à família Malpighiaceae, a qual é predominantemente tropical, com 65 gêneros e cerca de 1250 espécies (Cameron *et al.* 2001).

A acerola foi introduzida no Nordeste, em 1955, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, procedente de Porto Rico (Universidade Federal Rural de Pernambuco 1985). A expansão do cultivo aconteceu em meados dos anos 80, em função dos elevados teores de vitamina C dos frutos, que despertaram o interesse das indústrias, devido a grande variedade de produtos gerados e, conseqüente, ampliação de mercado.

Apesar de existirem plantios comerciais em praticamente todos os Estados do Brasil, é na região nordestina, por suas condições de solo e clima, onde a acerola melhor se adapta (Paiva *et al.* 1999). Os estados que mais se destacam como produtores no Nordeste são a Bahia, Pernambuco e Ceará.

No pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, a área plantada já ultrapassa os 1.600 ha, com a maior parte da produção direcionada para a indústria de polpa e concentrados. Na região, a cultura é desenvolvida nos projetos de irrigação, em áreas de pequenos produtores, com investimento de mão de obra familiar, praticamente durante todo o ano (Comunicação pessoal, Plantec-CODEVASF).

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

Na década de 70, teve início, no Brasil, a produção em escala industrial, quando grandes áreas tecnificadas foram implantadas, com produção direcionada para o mercado nacional e internacional, na forma “in natura”, industrializada e desidratada (Choudhury 2001).

Os frutos da goiabeira são de elevado valor no mercado, devido as suas características nutricionais. Sua polpa, de alto rendimento, pode ser transformada e comercializada em forma de doces em pasta, sorvetes, compotas, geléias, sucos e bebidas.

O Brasil é o maior produtor mundial desta fruta, com uma área cultivada de 16.308 ha e produção de 345.533 toneladas. O Nordeste participou com 45% da produção nacional e os Estados da Bahia e Pernambuco responderam por 78% da produção nordestina (IBGE 2005).

A goiaba cultivada nos projetos de irrigação do Submédio São Francisco é principalmente da variedade Paluma, que apresenta dupla aptidão: mesa e indústria, com boa espessura de polpa e alto valor de sólidos solúveis totais (°Brix) (Lima *et al.* 2002). Atualmente, as áreas plantadas na região ultrapassam os 4.000 ha (Comunicação pessoal, Plantec-CODEVASF).

2. 2. SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO ASSOCIADOS ÀS FRUTÍFERAS ESTUDADAS

Estudos relativos à biologia floral e importância da polinização para a produção de frutos na mangueira foram desenvolvidos a partir do início do século XX, porém existem pontos de vista variados entre os autores quanto à estratégia reprodutiva (Young 1942, Sturrock 1944, Sinhg *et al.* 1962, Singh 1989, 1997, MacGregor 1976). Em estudos realizados em Israel, ficou demonstrada a importância dos visitantes florais na produção de frutos da mangueira. Dag & Gazit (2000), em experimentos realizados com a variedade Keitt, em plantas de pequeno porte, obtiveram a produção

de 1kg/planta, quando suas flores não recebiam visitação e 61kg/planta em polinização aberta. 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. Por outro lado, Young (1942), em experimentos na Flórida com a variedade Haden, não encontrou diferença significativa na produção de frutos oriundos da autopolinização e da polinização cruzada.

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).

Várias espécies de insetos foram registradas visitando as inflorescências da mangueira, pertencentes às ordens Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Heteroptera, Lepidoptera (Singh 1997, Dag & Gazit 2000, Jyothi 1994, Du Troit 1994). A ordem Diptera é a que apresenta a mais alta taxa de frequência (51,6%) de visitas às inflorescências (Jiron & Hedstron 1985 citado por Pinto 1995). Contudo, Anderson *et al.* (1982) registrou, segundo ordem decrescente de importância, vespas, abelhas, formigas e moscas como os polinizadores mais eficientes no transporte de grãos de pólen.

Apesar de alguns trabalhos considerarem que as abelhas melíferas são ineficientes na polinização das flores da mangueira (Wolstenholme & Mullins 1982, Singh 1989), estas foram observadas visitando as inflorescências, ao longo do dia, com pico de visitação entre 9h e 11h, em número de 16 a 20 por panícula, podendo chegar de 60 a 95 (Jyothi 1994). Experimentos testando a eficiência de 12 polinizadores consideraram as moscas tão eficientes quanto as abelhas. Com a introdução de três polinizadores *Apis mellifera*, *Bombus terrestris* e *Musca domestica*, em pomares de manga, registrou-se aumento na produção de frutos (Dag & Gazit 2000).

A introdução de colméias nos pomares, durante a floração, pode aumentar a eficiência destas abelhas na polinização (Du Troit & Swart 1993, Du Troit 1994). Elas também se mostraram

eficientes na transferência de pólen, aumentando em cerca de 12% a taxa de hibridização na variedade “Irwin” (Dag *et al.* 2001).

Em relação ao maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), devido ao fato desta espécie apresentar auto-incompatibilidade, necessitando dos serviços de polinização para produção de frutos, vários estudos foram realizados, relacionando a visitação de insetos e produção de frutos (Akamine & Girolami 1959, McGregor 1976, Ruggiero 1973, Cobert & Willmer 1980, Freitas & Oliveira 2001, Camillo 2003).

Experimentos mostram que a polinização é importante fator a se considerar na cultura dessa planta, pois a produção, a qualidade, o tamanho e o peso dos frutos, dependem da eficiência da polinização (Akamine & Girolami 1959, Camillo 2003).

Os agentes polinizadores do maracujá amarelo são abelhas do gênero *Xylocopa*, conhecidas como mamangavas, as quais têm sua eficiência diretamente relacionada com o seu porte e comportamento de coleta de néctar (Camillo 2003, Ruggiero 1973).

A importância dessas abelhas na cultura é tão grande, que o tamanho da sua população nos plantios determina diretamente a lucratividade do cultivo, uma vez que as flores não polinizadas serão perdidas ou será necessário o uso da polinização manual, o que acarretará elevação nos custos de produção (Freitas & Oliveira Filho 2001).

Na aceroleira (*Malpighia emarginata* - Malpighiaceae) os recursos disponibilizados aos visitantes florais são pólen e óleo. Nessa espécie, a polinização é realizada por abelhas da tribo Centridini, especialistas na coleta de óleos florais, que são produzidos em glândulas epiteliais do cálice, denominadas de elaióforos (Vogel 1974). O óleo coletado por estas abelhas constitui componente essencial na alimentação e desenvolvimento larval dessas abelhas, sendo também utilizado na impermeabilização das paredes das células dos ninhos (Simpson & Neff 1983, Buchmann 1987, Vinson *et al.* 1997). As flores não produzem néctar, sendo pouco atrativa a visitação por abelhas melíferas.

As espécies mais comuns, registradas no Nordeste do Brasil, em visita às flores de aceroleiras foram *Centris aenea*, *C. fuscata*, *C. analis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides* e *C. flavifrons* (Guedes & Zanella 2006, Cavalcante *et al.* 2006).

Estudos realizados quanto à frutificação da aceroleira, tem revelado que a ausência dos polinizadores determina uma baixa produção de frutos (Yamane & Nakasone 1961, Raw 1979). Flores submetidas à polinização cruzada apresentaram um maior percentual de frutificação do que aquelas submetidas à autopolinização, indicando a necessidade dos agentes polinizadores nesta cultura (Magalhães *et al.* 1999).

As flores da goiabeira (*Psidium guajava*-Myrtaceae) são hermafroditas, de cor branca, com numerosos estames, ovário ínfero, com emissão de odor adocicado e ricas em pólen (Medina 1988). Em Myrtaceae, o pólen é o principal recurso oferecido aos polinizadores, sendo o recurso primário pelos quais as abelhas visitam as flores (Nic Lughadha & Proença 1996).

Os polinizadores da cultura da goiabeira foram estudados, em diversas partes do Brasil. Na Bahia, foram registrados *Apis mellifera*, *Nannotrigona punctata*, *Trigona spinipes* e *Melipona scutellaris* (Castro & Araújo 1998). No interior do Ceará, foram registrados como visitantes *A. mellifera*, *Melipona subnitida*, *Xylocopa frontalis*, *Partamona cupira* e *T. spinipes*, sendo as três primeiras, consideradas como agentes polinizadores efetivos (Alves & Freitas 2006). Em Salinas, Minas Gerais, os principais visitantes foram *A. mellifera*, *Tetragonisca angustula*, *T. spinipes*, *Oxaea cf. austera*, *O. flavescens*, *Euglossa* sp., *Epicharis flava*, *Melitoma segmentaria*, *Melipona quadrifasciata* e *X. frontalis* (Guimarães & Pérez-Maluf 2006).

Estudos desenvolvidos na Índia indicam que a principal forma de polinização na goiabeira, é a da autopolinização, porém a visita dos insetos propicia a polinização cruzada elevando a frutificação (Singh & Sehgal 1968). No Brasil, estudos de polinização realizados com *A. mellifera*, obtiveram bons resultados na produção de frutos, indicando esta espécie como polinizador efetivo da cultura (Alves & Freitas 2006).

2. 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAMINE, E. K. & GIROLAMI, G. 1959. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Technical Bulletin, 39, Agricultural Experimental Station, Honolulu: University of Hawaii, Hawaii 44p.

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

ANDERSON, D. L., SEDGLEY, M., SHORT, J. R. T. & ALLWOOD, A. J. 1982. Insect pollination of mango in northern Australia. Australian Journal Agricultural Research, v. 33 n.3, p. 541-548.

ANDERSON, W. R. 1979. Floral conservatism in Neotropical Malpighiaceae. Biotropica, v. 11, p. 219-223.

ARAÚJO, J. L. P., ARAÚJO, E. P. & CORREA, E. C. 2005. Análise do custo de produção e rentabilidade do maracujá explorado na região do Submédio São Francisco. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, Comunicado Técnico n°. 122, 4p. disponível no site: www.embrapa.cpatsa.br consultado em 14.07.2007.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. 2006. Santa Cruz do Sul-SC, Ed. Gazeta Santa Cruz.

BUCHMANN, S. L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.18, p. 343-369.

CAMERON, K. M., CHASE, M. W., ANDERSON, W. R. & HILLS, H. G. 2001. Molecular systematics of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences. *American Journal of Botany*, v. 88, p. 1847-1862.

CAMILLO, E. 2003. Polinização do maracujá. Ribeirão Preto, ed. Holos, 44p.

CAMPBELL, C. W. & MALO, S. E. 1974. Fruit Crops Fact Sheet – The Man Gainesville: University of Florida. 4p.

CASTRO, M. S. & ARAÚJO, V. M. L. 1998. Visita de abelhas às flores da goiabeira (*Psidium guajava* L.): In: Anais do XV Congresso Brasileiro de Fruticultura; Poços de Caldas; Brasil. Poços de Caldas.

CAVALCANTE, M. C. OLIVEIRA, M. O. & FREITAS, B. M. 2006. Eficiência de polinização de três espécies de *Centris* na cultura de acerola (*Malpighia emarginata*) em Ubajara, Ceará. In: Anais do VII Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, SP. Brasil disponível em CD Rom.

CERVI, A. C. 1997. Passifloraceae do Brasil. Estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. *Fontqueria*, v.45, p. 1-92.

CHOUDHURY, M. M. (ed.) 2001. Goiaba Pós colheita. Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE.- Brasília: Informação Tecnológica 45p. il. (Frutas do Brasil; 19).

- CORBET, S. A. & WILLMER, P. G. 1980. Pollination of the yellow passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. *Journal of Agricultural Science*, n. 95, p. 655-666.
- CODEVASF. 2007. Os Vales do São Francisco, disponível no site: www.codevasf.gov.br consultado em 26.07.2007.
- DAG, A., DEGANI, C. & GAZIT, S. 2001. In-hive pollen transfer in mango. *Acta Horticulturae*, Mosonmagyaróvár, Hungary, v. 561.
- DAG, A. & GAZIT, S. 2000. Mango pollinators in Israel. *Journal of Applied Horticulture*, v. 2, n. 1, p.39-43.
- DAVENPORT, T. L. & NÚÑEZ-ELISEA, R. 1997. Reproductive physiology. In: Litz, R. E. (Ed.). *The Mango: botany, production and uses*. Wallingford: CAB International, p. 69-146.
- DONALDSON, J. S. 2002. Pollination in Agricultural Landscapes, a South African Perspective. In: Kevan P. & Imperatriz Fonseca V. L. (eds)- *Pollinating Bees: the Conservation link between Agriculture and Nature*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 97-104.
- DU TOIT, A. P. 1994. Pollination of avocados, mangoes and litchis. *Inligtingsbulletin – Instituut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse*, v. 262 , p. 7-8.
- DU TOIT, A. P. & SWART, D. 1993. Pollination of mango in the Letsitele Valley during the 1992 flowering season: first report. *Yearbook - South African Mango Grower's Association*, v. 13, p. 129-130.

- FOUQUÉ, A. 1973. Espécies frutiéres d'Amérique tropicale. *Fruits*, Paris, v.28, n.7/8, p.548-558.
- FREITAS, B. M. & OLIVEIRA FILHO, J. H. 2001. Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 96p. : il.
- GUEDES, R. S. & ZANELLA, F. C. V. 2006. Abelhas visitantes florais da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) e déficit de polinização no semi-árido brasileiro. In: VII Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, SP. Brasil, disponível em CD ROM.
- GUIMARÃES, R. A. & PÉREZ-MALUF, R. 2006. Abelhas (Hymenoptera:Apoidea) visitantes das flores de goiaba (*Psidium guajava*), laranja (*Citrus sinensis*) e tangerina (*C. reticulata*) em pomares comerciais de Salinas, MG. In: VII Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, SP. Brasil, disponível em CD ROM.
- IBGE 2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Produção Agrícola Municipal, 2005, disponível no site: www.ibge.gov.br consultado em 14.07.2007.
- JYOTHI, J. V. A. 1994. Visitation frequency and abundance of *Apis cerana* F. on mango (*Mangifera indica* L.) at Bangalore, Índia. *Indian Bee Journal*, v. 56, n. 1/2, p. 35-36.
- KEARNS, C. A. & INOUE, D. W. 1997. Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *Bioscience*, v. 47, p. 297-307.

- KLEIN, A. M., VAISSIÈRE, B. E., CANE, J. H., DEWENTER, I. S., CUNNINGHAM, S. A., KREMEN, C., & TSHARNTKE, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings Royal Society B*, v. 274, p. 303-313.
- KREMEN, C. WILLIAMS N. M. & THORP, R. W. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 99 n. 26.
- LACERDA, M. A. D. & LACERDA, R. D. 2004. O Cluster da fruticultura no Pólo Petrolina/Juazeiro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 4, n. 1.
- LIMA, M. A. C., ASSIS, J. S. & GONZAGA NETO, L. 2002. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, n. 1.
- MAGALHÃES, L. M. F., OLIVEIRA, D. & OHASHI, O. S. 1999. Efeito da polinização na frutificação da acerola na Amazônia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.21, n. 1, p. 95-97.
- MARCHIORI, J. N. C. & SOBRAL, M. 1977. *Dendrologia das angiospermas: myrtales*. Santa Maria: Ed. UFSM, 304p.
- MCGREGOR, S. E. 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*, Washington: Agricultural Research Service United States Dept. of Agriculture. 411p.

- MEDINA, J. C. 1988. Goiaba: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2 ed. Campinas, n. 6, Cap.1, p. 1-106.
- MUKHERJEE, S. K. 1985. Systematic and ecogeographia studies of crop gene pools: 1. *Mangifera*. IBPGR Secretariat, Rome. 86p.
- NIC LUGHADHA, E. N. & PROENÇA, C. 1996. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 88, p. 480-503.
- NUNES, T. S. & QUEIROZ, L. P. 2006. Flora da Bahia: Passifloraceae. *Sitientibus*, v. 6, nº3, p. 194-226.
- PAIVA, J. R., ALVES, R. E. & BARROS, L. M. 1999. Melhoramento genético da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) na Embrapa Agroindústria Tropical. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R., (Ed.). In: RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O NORDESTE BRASILEIRO. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/ Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999. disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>> Acesso em: 14.07.2007.
- PEREIRA, F. M. 1995. Cultura da goiabeira. São Paulo: UNESP/FUNEP, 30p. il.
- PINTO, A. C. Q. 1995. Melhoramento da mangueira (*Mangifera indica* L.) no ecossistema dos Cerrados do Brasil Central por meio da hibridização. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, n. 3, p. 369-374.

- PINTO, A. C. de Q. & FERREIRA, F. R. 1999. Recursos genéticos e melhoramento da mangueira. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R., (Ed.). RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE PLANTAS PARA O NORDESTE BRASILEIRO. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido / Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999. disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>> Acesso em: 14.07.2007.
- RAW, A. 1979. *Centris dirrhoda* (Anthophoridae) the bee visiting West Indian Cherry flowers (*Malpighia pinicifolia*). Revista de Biologia Tropical, v.27, n. 2, p. 203-205.
- RUGGIERO, C. 1973. Estudos sobre a floração e polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Tese Doutorado, UNESP: Jaboticabal, Brasil, 92p.
- SIMPSON, B. B. & NEFF, J. L. 1983. Evolution and diversity of floral rewards. In: C.E. Jones & R.J. Little (eds.). Handbook of experimental pollination biology. New York, Scientific and Academic Editions.
- SINGH, G. 1989. Insect pollinators of mango and their role in fruit setting. Acta Horticulturae, Leuven, v. 231.
- SINGH, G. 1997. Pollination, Pollinators and fruit setting in mango. Acta Horticulturae, v.1, n. 455, p. 116-123.
- SINGH, R. N., MAJUMDAR, P. K. & SHARMA, D. K. 1962. Self incompatibility in mango (*Mangifera indica* L.) Var. Dashehari. Current Science, v. 31, n. 5, p. 209.

- SINGH, R. & SEHGAL, O. P. 1968. Studies on the blossom biology of *Psidium guajava* L. (guava)
2, Pollen studies receptivity pollination and fruit set. Indian Journal of Horticulture, v. 25, p.
52-59.
- STURROCK, T. T. 1944. Notes on the mango. Sturast Daily News, Inc. Sturast, Florida, 122p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. 1985. Acerola: Cereja das Antilhas
na alimentação humana. Brasília: EMBRAPA, 8p.
- VINSON, S. B.; WILLIAMS, H. J.; FRANKIE, G. W. & SHRUM, G. 1997. Floral lipid chemistry
of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and the use of floral lipids by *Centris* bees
(Hymenoptera-Apidae). Biotropica, v.29, p.76-83.
- WILSON, G. W., O'BRIEN, M. M. , GADEK, P. A. & QUINN, C. J. 2001. Myrtaceae revised: A
reassessment of intrafamilial groups. American Journal of Botany, v. 88, n.11, p. 2013-2025.
- 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, v. 2, p. 5-11.
- YAMANE, G. M. & NAKASONE H. Y. 1961. Pollination and fruit set studies of Acerola
(*Malpighia glabra* L.) in Hawai. American Society for Horticultural Science Proceeding, v.
78, p.142-148.

YOUNG, T. W. 1942. Investigations of the unfruitfulness of Haden mango in Flórida. Proceeding of Florida State Horticultural Society, Florida, v.55, p. 106-110.

CAPÍTULO I

ESTUDO COMPARATIVO DA POLINIZAÇÃO DE *Mangifera indica* L. (ANACARDIACEAE), VARIEDADE TOMMY ATKINS, EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO NA REGIÃO DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional e orgânico na Região do Vale do Submédio São Francisco

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido durante os anos de 2005/2006, em plantio comercial de mangueira, da variedade Tommy Atkins, em Petrolina-PE, objetivando verificar a biologia floral, bem como o estudo comparativo sobre o comportamento e a frequência dos visitantes florais em cultivo orgânico e convencional. As inflorescências da mangueira apresentam flores masculinas e hermafroditas, na proporção de 2:1, com predominância das primeiras na base da panícula. A antese é diurna, assincrônica, com liberação de forte odor adocicado. As flores apresentam dicogamia protogínica, caracterizada pela deiscência das anteras 24h após a antese. A produção de néctar é contínua e, em pequenas quantidades, em média 0,045 µL por flor. Quanto aos visitantes florais foram registradas 21 espécies, pertencentes às ordens; Diptera, Hymenoptera, e Lepidoptera. *Apis mellifera* foi a espécie mais frequente nos dois tipos de cultivo. Dentre os dípteros, destacaram-se *Belvosia bicincta* (17,66%) e *Musca domestica* (10,27%) como as mais frequentes em cultivo convencional e orgânico, respectivamente. A diversidade e o número de visitas foram maiores em cultivo orgânico. A utilização de agrotóxicos durante a floração reduziu a frequência de visitas das abelhas em 50% e dos dípteros em 20%. Devido ao seu comportamento, frequência e ativo deslocamento nas inflorescências, *A. mellifera* foi considerada como o polinizador mais eficiente da cultura para a região do Vale do Submédio São Francisco.

Termos para indexação: Diptera, *Musca domestica*, *Apis mellifera*, *Belvosia bicincta*, mangueira

Comparative study of pollination of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), variety Tommy Atkins, in conventional and organic crops in region of Submédio São Francisco Vale

ABSTRACT

This study was carried out in 2005 and 2006, in a commercial mango (Tommy Atkins) plantation at Frutex Farm, in Petrolina-PE. The objective was to verify the floral biology as well the comparative study of behaviour and frequency of the floral visitors in organic and conventional crops. The inflorescences present male and hermaphrodite flowers (2:1), with predominance of the first ones in the basis of the panicles. The anthesis is diurnal, asynchronous, with the liberation of strong and sweat odour. The flowers show dicogamy protogyny, characterized by the anthers dehiscence 24h after the anthesis. The nectar production is continuous and in small amounts (in average 0,045 μ L/flower). Concerning the flower visitores, 21 species were registered, belonging to the orders Diptera, Hymenoptera, and Lepidoptera. *Apis mellifera* was the most frequent visitant in both cultivars. Among the Diptera, *Belvosia bicincta* (17,66%) and *Musca domestica* (10,27%) were the most frequent visitors in conventional and organic crops respectively. The diversity and number of visits were bigger in the organic crop. The use of agrototoxics during the flowering period reduced the visit of bees (50%) and Diptera (20%). Because of its behaviour, frequency and active movement in the inflorescences, *Apis mellifera* was considered as the most efficient pollinator of the crop in the region of São Francisco river's Valley.

Index terms: Diptera, *Musca domestica*, *Apis mellifera*, *Belvosia bicincta*, mango

INTRODUÇÃO

A mangicultura na região do Vale do Submédio São Francisco destaca-se, em nível nacional e internacional, não apenas pela qualidade dos frutos produzidos, mas também pelo desenvolvimento de tecnologias específicas no manejo da floração, associadas às condições climáticas, possibilitando, assim, uma produção escalonada durante todo o ano. O escalonamento da produção é obtido por meio da utilização de reguladores vegetais, prática que permite o atendimento racional da demanda, considerando-se épocas mais favoráveis do ponto de vista comercial. Assim, a cultura da mangueira apresenta floradas durante todo o ano, tanto na estação seca (maio a outubro) como na estação chuvosa (novembro a abril). Apesar da intensa florada, a quantidade de frutos que vingam e amadurecem é pequena.

Estudos relativos à biologia floral e importância da polinização para a produção de frutos na mangueira (*Mangifera indica* L.) foram desenvolvidos a partir do início do século XX, porém existem pontos de vista variados entre os autores, quanto à estratégia reprodutiva (Young, 1942; Sturrock, 1944; Singh et al., 1962; MacGregor, 1976; Singh, 1989; 1997). Dag & Gazit (2000), em experimentos realizados, em Israel, com a variedade Keitt, em plantas de pequeno porte, obtiveram a produção de 1kg/planta, quando as flores não recebiam visitação e 61kg/planta em polinização aberta. Neste mesmo experimento, foram registradas 46 espécies diferentes de insetos, pertencentes às ordens Diptera, Hymenoptera e Coleoptera, sendo considerados pelos autores como polinizadores efetivos, os dípteros e abelhas melíferas (*Apis mellifera*). 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. Por outro lado, Young (1942), em experimentos na Flórida com a variedade Haden, não encontrou diferença significativa na produção de frutos oriundos da autopolinização e da polinização cruzada.

As informações sobre a ação dos visitantes florais nas inflorescências da mangueira, principalmente aquelas relacionadas à polinização, ainda necessitam de estudos complementares, uma vez que as conseqüências desta atividade além de estarem diretamente ligadas à morfologia, biologia floral e sistema reprodutivo da planta,

encontram-se dependentes também do manejo da cultura, das condições climáticas e da vegetação do seu entorno, além do comportamento de forrageio dos polinizadores.

O pólo de produção de manga no Submédio do Vale do São Francisco está localizado na região semi-árida, no ecossistema Caatinga, o qual apresenta fauna e flora diferenciadas, necessitando de conhecimentos que integrem e racionalizem o uso da agricultura regional com o seu entorno. Com o objetivo de estudar esses aspectos, foram desenvolvidos experimentos na cultura da mangueira, variedade Tommy Atkins em área de cultivo convencional e orgânico, em Petrolina-PE, nos anos de 2005 e 2006.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Frutex, município de Petrolina-PE (09°09'S, 40°22'W, com 376m de altitude), durante os anos de 2005 e 2006 (Figura 1). O clima é semi-árido e a precipitação pluviométrica média anual é de 543mm, com as chuvas concentradas no período de novembro a abril (EMBRAPA, 2007) (Figura 2).

Os experimentos foram desenvolvidos com a variedade Tommy Atkins em cultivo convencional e orgânico (certificado ECOCERT), com áreas de 200ha e 5ha, respectivamente, e com espaçamento de 5m x 10m, localizadas na mesma propriedade (Figura 1). As plantas apresentavam a mesma idade (13 anos), porém, no segundo caso, o cultivo vem sendo manejado de forma orgânica nos últimos três anos. O sistema de irrigação utilizado no campo, nas duas áreas, é do tipo microaspersão.

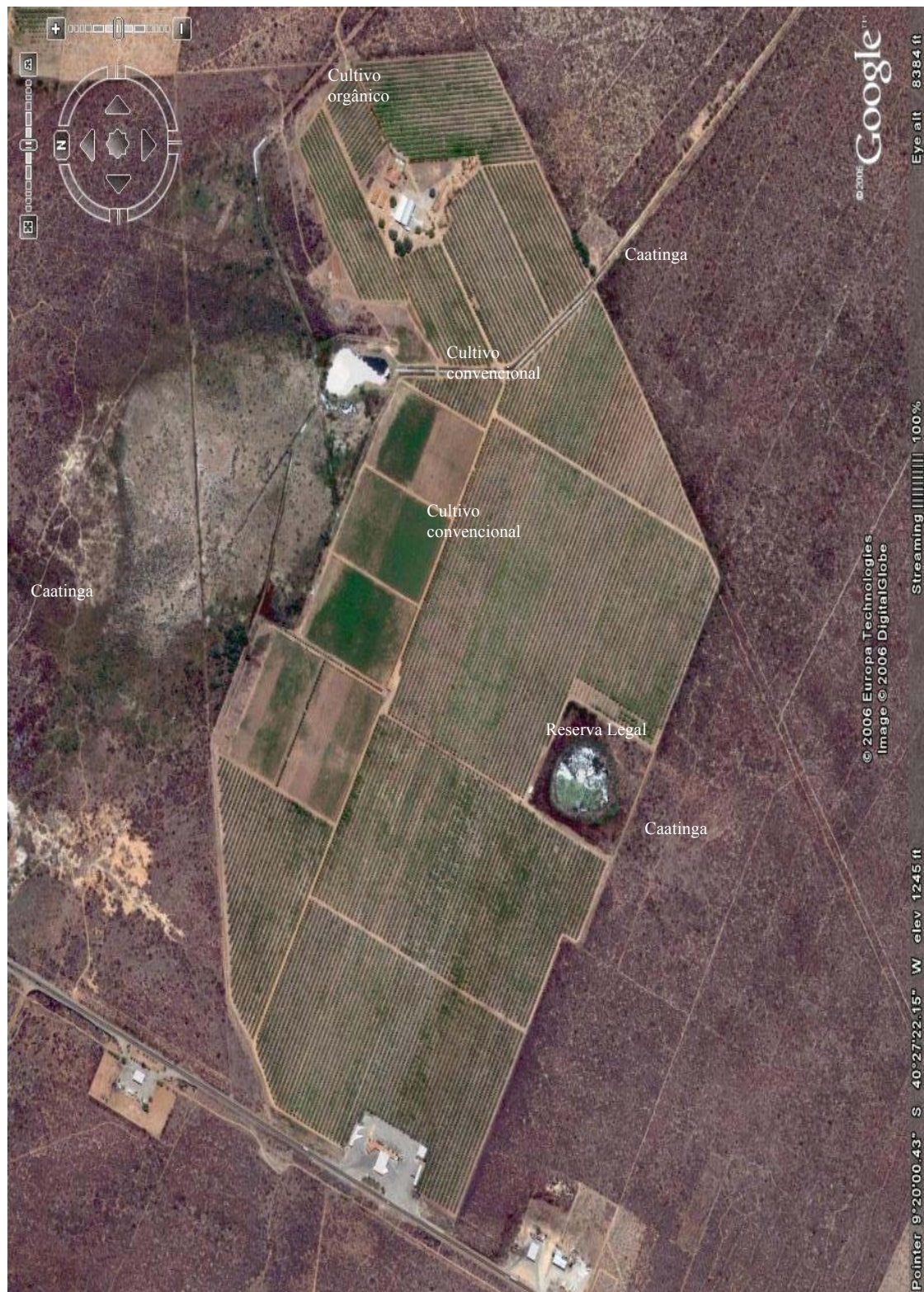


FIGURA 1. Imagem de satélite dos plantios de mangueira em cultivo orgânico e convencional, fazenda Frutex, em Petrolina-PE. Notar vegetação nativa no entorno da área.

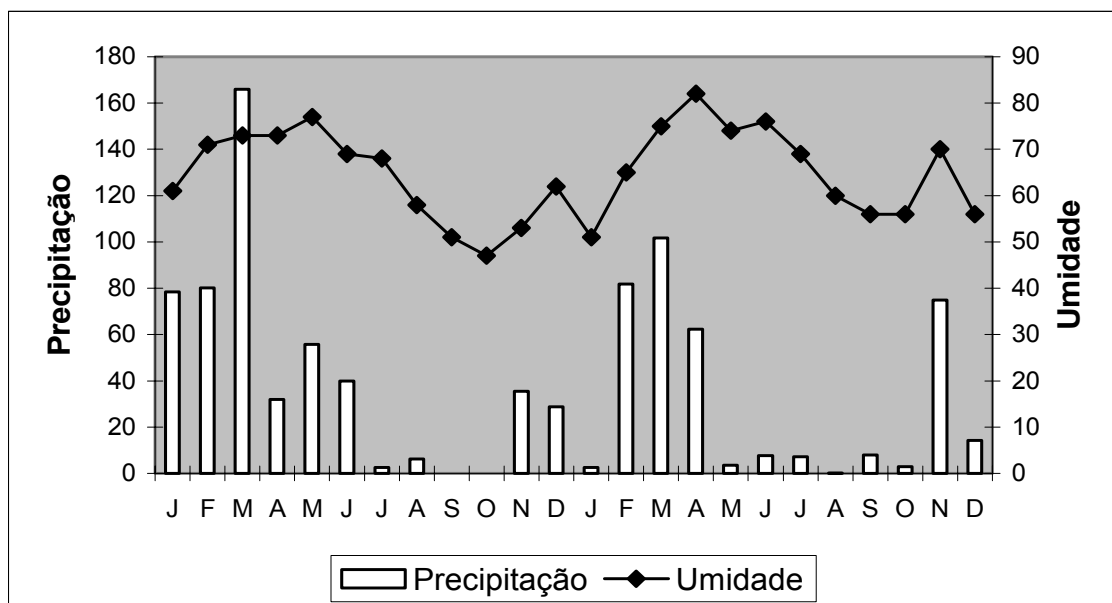


FIGURA 2. Médias mensais de precipitação e umidade (%) obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Bebedouro em Petrolina (09°09"S 40°22"W), Pernambuco, durante os anos de 2005 e 2006.

Para os estudos de morfologia floral foram marcadas, aleatoriamente, 60 panículas, em 10 plantas, localizadas em duas linhas centrais da parcela em floração. Para as observações do horário, coloração, duração e seqüência da antese, 17 panículas foram marcadas em oito indivíduos escolhidos ao acaso, e acompanhadas diariamente. Para determinar os diferentes tipos florais com relação à posição na inflorescência e proporção de flores hermafroditas e masculinas foram avaliadas cinco panículas em cada tipo de cultivo, coletadas aleatoriamente. Observações complementares foram feitas por meio de registro fotográfico, bem como em flores fixadas em álcool a 70%, analisadas sob microscópio estereoscópico, no Laboratório de Biotecnologia, da Embrapa Semi-Árido.

Para determinar a viabilidade dos grãos de pólen, anteras, logo após a deiscência (n= 10), foram utilizadas na preparação de lâminas, seguindo a técnica de coloração de Radford et al. (1974). Para obtenção do tamanho dos grãos, foram medidos 10 grãos por lâmina, com o uso de objetiva micrométrica. O número de grãos por anteras (n= 5) foi obtido, a partir de botões em pré-antese, fixados em álcool a 70%. O cálculo da razão pólen/óvulo foi realizado segundo Cruden (1977). O volume de néctar, coletado em 50 flores, foi obtido a partir de coletas realizadas entre 8h e 16h, utilizando-se a técnica do ponto, segundo Kearns & Inouye (1993).

Os visitantes florais foram observados durante todo o período de floração, em dias alternados, no período matutino (7h às 12h) e vespertino (12h01 às 18h), sendo anotadas a frequência, a duração e o horário das visitas, o comportamento dos visitantes mais frequentes, bem como o recurso floral forrageado. Para cada intervalo de observação (por ex: 6h-7h) foram feitas, no mínimo, cinco repetições. As visitas observadas foram somadas e posteriormente divididas pelo número de repetições, para calcular o número médio de visitas de cada intervalo. O esforço amostral das observações foi de 272 horas.

Foi realizada a fidelidade floral das operárias de *A. mellifera*, através da análise dos grãos de pólen retirados da corbícula (n= 10).

De acordo com o comportamento apresentado, os visitantes foram considerados como polinizadores (Dafni, 1992) ou pilhadores (Inouye, 1980). Quanto à frequência, os visitantes foram classificados em: Abundantes (A), quando estes apresentavam frequências de visitas >30%; Frequentes (F), quando apresentavam frequências de visitas de 10% a 30%, e Raros (R), quando apresentavam frequências <10%. Alguns visitantes foram capturados, fixados e mantidos a seco, para posterior identificação e exame dos locais de deposição de pólen. Os dípteros foram identificados, no CDZoo da UFPR, Curitiba-PR. Para análise mais detalhada do comportamento, foram tomadas fotografias e filmagens. Os visitantes coletados foram depositados no Laboratório de Ecologia da Embrapa Semi-Árido.

Para avaliar a interferência de agroquímicos na frequência dos visitantes florais, após a aplicação de inseticidas e fungicidas na área convencional, foram feitas observações em ambas as áreas estudadas. Estudos também foram feitos ao longo da floração com o objetivo de comparar as visitas durante a estação seca e chuvosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na mangueira, da variedade Tommy Atkins, as flores são simples, rasas, de cores claras, com guias de néctar, exalam odor adocicado e estão reunidas em inflorescências terminais do tipo panícula, ramificada, de forma piramidal, com a raque comumente ereta, apresentando coloração avermelhada, que auxilia no processo de atração visual dos insetos (Figura 3).



FIGURA 3. Mangueiras da variedade Tommy Atkins em floração. a- vista geral, b- em detalhe as panículas.

Quanto ao número de flores por panícula, foi verificado que as inflorescências apresentavam números variados, sendo encontrados $968,7 \pm 647,8$ botões por inflorescência e $471,8 \pm 372,6$ flores abertas por dia ($n = 17$). A análise morfológica das inflorescências mostrou que as panículas no cultivo convencional apresentaram maior número médio de flores (1009) do que no cultivo orgânico (693) o que pode estar relacionado com o método de indução floral do cultivo, que no primeiro caso é feito com aplicação de Paclobutrazol (PBZ) e, no segundo, com a utilização da urina de vaca, como fonte de nitrogênio. A média registrada concorda com os dados de literatura, sendo de 500 a 10.000 flores por panícula, cuja variação também está relacionada à variedade da mangueira (Raghava Kurup, 1967).

Em relação aos tipos florais, as inflorescências da mangueira apresentam flores masculinas e hermafroditas, sendo que as primeiras apresentam gineceu rudimentar, quatro a cinco estaminódios, um estame com antera monoteca e o nectário se apresenta na forma de um disco, no centro da flor (Figura 4b). As flores hermafroditas apresentam ovário súpero, uniovulado, estilete e estigma simples. O androceu apresenta composição semelhante ao descrito para as flores masculinas. O nectário se apresenta na forma de um disco hipógino (Figura 4a).

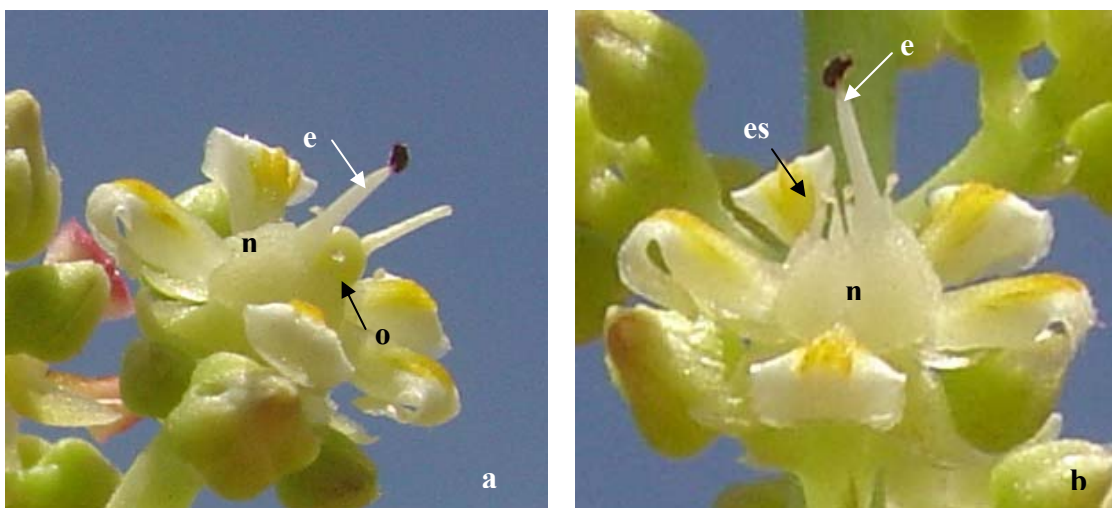


FIGURA 4. Detalhe das flores de *Mangifera indica*. a- flor hermafrodita. b- flor masculina. Notar setas indicando o estame (e), estaminódios (es) e ovário (o) e a localização do nectário (n).

As análises das panículas, quanto ao tipo floral, revelou em ambos os cultivos, que cerca de 70% são de flores masculinas, o que equivale à proporção de 2:1, concordando com a variação apresentada por Ochse et al. (1961) e por Fraser (1927). Quanto à distribuição dos tipos florais na inflorescência, observou-se predominância de flores masculinas na base e no meio das inflorescências nos dois sistemas de cultivo (Figura 5).

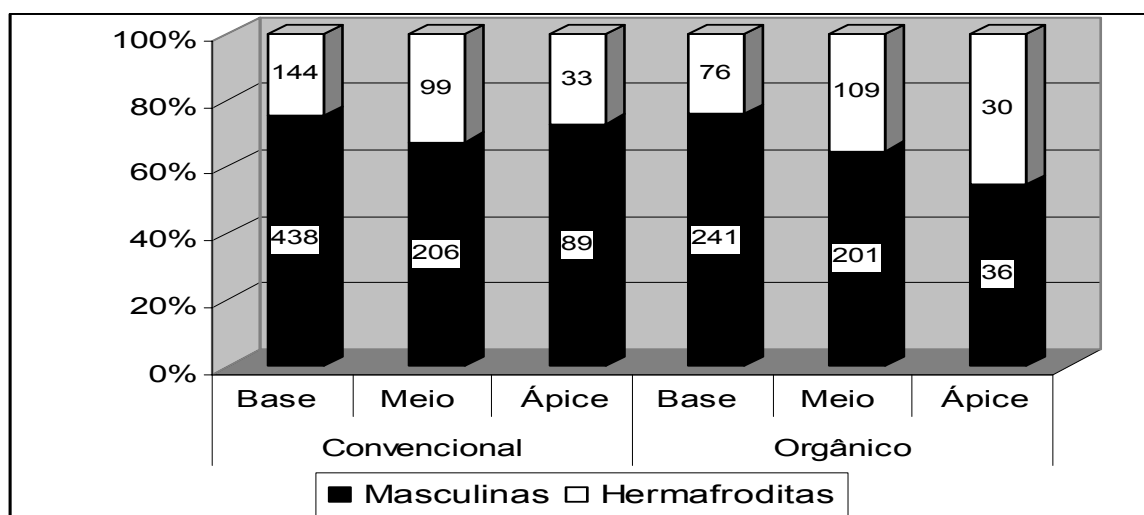


FIGURA 5. Distribuição dos tipos florais de acordo com a localização na panícula e o tipo de cultivos da variedade Tommy Atkins.

Os grãos de pólen de botões florais em pré-antese apresentaram 93% de viabilidade. Os estames apresentam $920 \pm 75,8$ grãos por antera ($n= 5$), em média, com grãos de forma

esférica e o tamanho médio de $25,5 \pm 3,6 \mu\text{m}$ ($n= 50$). Dentre os estaminódios analisados nos dois tipos florais, somente em uma flor hermafrodita foi registrada a produção de pequena quantidade de grãos, cerca de 1% do encontrado para os estames. Com base nos dados obtidos, a razão pólen/óvulo foi de 2.760, indicando que o sistema reprodutivo desta espécie pode ser considerado como facultativamente xenogâmico de acordo com Cruden (1977).

A antese das flores é diurna, porém assincrônica, sendo registradas flores abrindo ao longo de todo o dia. As flores recém abertas apresentam corola de cor creme, antera de cor violeta e o estigma encontra-se receptivo (Figura 6a). Nesta fase, um odor forte e adocicado é exalado pelas flores, funcionando como atrativo à longa distância.

A corola permanece sem modificações por, aproximadamente, 24 horas, quando então se verifica o início da mudança de coloração das pétalas, com o aparecimento de tons rosados nas extremidades distais (Figura 6b). As anteras passam a apresentar coloração preta e, nesta fase, ocorre a deiscência, com o início da desidratação das tecas e exposição dos grãos de pólen, de coloração esbranquiçada. Após 48 horas do início da antese, as pétalas adquirem tons avermelhados, com guias de néctar de coloração marrom. Nesta fase, verificou-se a alteração de cor dos filetes dos estames e dos estaminóides, que passam a ter coloração vinácea, o que caracteriza o início da senescência floral. Assim, as flores hermafroditas são protogínicas durante 24 horas. Esta dicogamia favorece a polinização cruzada.

Quanto ao nectário, observou-se que sua produção é constante, porém com a secreção de pequenas quantidades (em média $0,045 \mu\text{L}/\text{flor}$). No campo, era visível o acúmulo do néctar ao redor do ovário, deixando-o com aspecto viscoso e brilhante. Comparando-se o volume de néctar registrado em diferentes horários ao longo do dia, verificou-se que no início da manhã ocorre acúmulo ligeiramente menor do que nos demais horários.

A abertura das flores em diferentes horários, associada à produção constante de néctar em pequenas quantidades, é vantajosa para a espécie que, assim, mantém a oferta deste recurso de forma contínua, garantindo a visita dos insetos ao longo do dia, bem como possibilitando que os mesmos visitem maior número de flores, garantindo, dessa forma, a transferência de pólen entre flores e entre plantas. Além disso, a disponibilidade de grande número de flores nas panículas confere, concomitantemente, atratividade visual e

olfativa facilmente detectada a distância pelos visitantes florais que são fortemente atraídos para a cultura.



FIGURA 6. Flores da mangueira. a- em antese. Notar coloração da antera, do filete e dos guias de néctar; b- 24 horas após a antese. Notar alteração de cor das pétalas, dos guias de néctar, dos filetes e das anteras.

As flores da mangueira, em cultivo convencional e orgânico, foram visitadas por 21 espécies de insetos pertencentes às ordens: Diptera, Hymenoptera e Lepidóptera (Figura 7). O néctar foi o recurso floral forrageado por todos os visitantes, com exceção de *A. mellifera* que visitou as flores para coleta de néctar e pólen (Tabela 1).

No cultivo orgânico, verificou-se que o número de espécies de himenópteros foi superior ao de cultivo convencional; o inverso foi registrado em relação aos dípteros. Entre os visitantes, *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) foi a mais freqüente, sendo responsável por 68,31% do total de visitas em cultivo orgânico e 45,62% em cultivo convencional. *Belvosia bicincta* (Diptera, Tachinidae) foi mais freqüente em cultivo convencional (17,66%), enquanto a *Musca domestica* (Diptera, Muscidae) (10,27%) em cultivo orgânico. As visitas das demais espécies foram registradas com freqüências abaixo de 10%, sendo, assim, consideradas raras.



FIGURA 7. Visitantes florais da mangueira, a- abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*, b- moscas: *Palpada vinetorum* e *Ornidia obesa*, c- vespas: *Brachygastra* sp e *Polistes* sp.

Dados semelhantes relativos às ordens de insetos foram citados por Singh (1989) e Jiron & Hedstrom (1985), destacando uma maior frequência de visitação para os dípteros. Em relação à *A. mellifera*, os autores comentam que suas visitas foram raras ou não foram observadas, discordando das observações feitas neste estudo. Porém, em estudo realizado no

município de Juazeiro-BA, foram registradas freqüências de 67,5% para os dípteros e 17,5% para os himenópteros (Viana, 2006). Estas diferenças podem ser relacionadas com a fauna disponível no entorno da cultura, sazonalidade dos visitantes e o próprio manejo da cultura.

TABELA 1. Visitantes florais de *Mangifera indica* L., variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional e orgânico, com seus respectivos números de visitas, porcentagem, classe de freqüência, recurso floral utilizado e resultado da visita. Classe de Freqüência: A = Abundante ($\geq 30\%$), F = Freqüente ($\geq 10 < 30\%$) e R = Raro ($< 10\%$).

Visitantes Florais	Cultivo Convencional			Cultivo Orgânico			Recur. floral	Resul. da visita*
	No.de visitas	%	Freq.	No. de visitas	%	Freq.		
Diptera								
<i>Belvosia bicincta</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	151	17,66	F	02	0,12	R	N	Po
<i>Palpada vinetorum</i> (Fabricius, 1798)	77	9,01	R	51	3,17	R	N	Po
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	38	4,44	R	16	0,95	R	N	Po
<i>Musca domestica</i>	26	3,04	R	165	10,27	F	N	Po
Tachinidae sp1	20	2,34	R	4	0,24	R	N	Pi
Tachinidae sp2	14	1,64	R	--	--	--	N	Pi
Diptero sp1	09	1,05	R	--	--	--	N	Pi
Diptero sp2	14	1,64	R	03	0,18	R	N	Pi
Hymenoptera								
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	389	45,62	A	1097	68,31	A	N/P	Po
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	39	4,56	R	02	0,12	R	N	Pi
<i>Brachygastra</i> sp	42	4,91	R	54	3,40	R	N	Po
<i>Polistes</i> sp.	--	--	--	83	5,17	R	N	Pi
<i>Camponotus</i> sp.				27	1,68	R	N	Pi
Vespidae sp1	02	0,23	R	74	4,60	R	N	Po
Vespidae sp2	07	0,82	R	13	0,8	R	N	Pi
Vespidae sp3	01	0,12	R	--	--	--	N	Pi
Vespidae sp4	--	--	--	03	0,19	R	N	Pi
Lepidoptera								
<i>Urbanus</i> sp.	02	0,23	R	--	--	--	N	Pi
Lepdoptero sp1	23	2,69	R	--	--	--	N	Pi
Lepdoptero sp2	--	--	--	13	0,8	R	N	Pi
TOTAL	854	100		1607	100			

* Po= polinizador, Pi= pilhador (sem contato ou contato esporádico com o estigma)

Nesse estudo, a vegetação nativa no entorno do plantio, bem como a presença de manchas de vegetação próximas aos cultivos, servindo de abrigo natural para os insetos, principalmente para as colônias de *Apis mellifera*, pode ter sido um dos fatores responsáveis pela abundância desses insetos na área (Figura 8). Assim, vale salientar que o design da cultura é um fator importante para a manutenção dos polinizadores nas áreas cultivadas.



FIGURA 8. Plantas visitadas pelos polinizadores da mangueira na área do entorno e no cultivo. A- *Mimosa pudica* (Leguminosae), A 1- *Apis mellifera*, A 2- *Palpada vinetorum*. B- *Mimosa verrucosa* (Leguminosae), B 1- *P. vinetorum*, B 2- *Brachygastra* sp.

Entre os himenópteros, *A. mellifera* apresentou dois tipos de comportamentos de visita: um para coleta de néctar e outro para coleta de pólen, sendo o visitante mais freqüente nos dois tipos de cultivo. Para a coleta de néctar, a abelha pousava diretamente sobre a flor, introduzia a glossa na região central da corola, tateando o nectário, em busca do néctar (Figura 7). Ao realizar este comportamento, a abelha tocava com a cabeça, pernas e parte ventral do corpo as estruturas reprodutivas, ficando o pólen aí depositado, o que caracteriza a polinização esternotribica. Após coletar o néctar de uma flor, a abelha

caminhava sobre a inflorescência, visitando outras flores abertas. As panículas localizadas na parte superior da copa e expostas ao sol, mostraram uma maior preferência por parte dos visitantes.

Comportamento semelhante ao de coleta de néctar foi registrado para os demais himenópteros, porém, não foi observado que os mesmos contatavam as estruturas reprodutivas durante as visitas por apresentarem porte inadequado ao tamanho da flor.

Para a coleta de pólen, *A. mellifera* aproximava-se das flores, pousava sobre a corola e, com o auxílio das peças bucais e pernas, retirava o pólen das anteras. Posteriormente, a abelha transferia o recurso coletado para as corbículas. Além disso, foi observado durante a visita, o comportamento de limpeza do corpo, pernas e asas, armazenando o pólen nas corbículas. Ao final da coleta, as corbículas apresentavam-se repletas de pólen, com formato de esferas de cor acinzentada. Este comportamento foi registrado somente no início da manhã. A análise do pólen retirado das corbículas (n= 10) mostrou que os mesmos estavam impregnados com resina, apresentando consistência pegajosa e a avaliação quantitativa indicou que 100% dos grãos eram de *M. indica*.

Durante as observações registrou-se, ainda, comportamento agonístico de *A. mellifera* em relação aos demais insetos, principalmente quanto a *P. vinetorum* (Diptera, Syrphidae). Nesta situação, as abelhas impediam que os insetos se aproximassem das flores ou, uma vez pousadas na flor, as abelhas interferiam na visitação, afastando-os das panículas. Este tipo de comportamento pode ter sido uma das causas da diferença de composição registrada entre os dois tipos de cultivos (Tabela 1).

Quanto ao comportamento de visita, os dípteros alimentaram-se de néctar. Durante suas visitas, *B. bicincta* e *P. vinetorum* (Diptera, Syrphidae) pousavam sobre a flor, inseriam a probóscide na região central da flor, de onde coletavam o néctar (Figura 7b). Ao realizar este comportamento, os dípteros tocavam com a região ventral do corpo as estruturas reprodutivas, ficando o pólen aí depositado, caracterizando, assim, a polinização esternotribica. Após a visita a uma flor, o inseto, geralmente abandonava a panícula, visitando outras flores próximas, ou então abandonava o local.

Comportamento semelhante foi registrado para os demais dípteros, porém em virtude do pequeno porte, estes insetos, durante a visita, não contatavam as estruturas reprodutivas das flores, sendo então considerados como pilhadores de néctar. Viana (2006), levando em

consideração a compatibilidade do tamanho do visitante com a morfologia floral, também consideraram os visitantes de pequeno porte menos eficientes como polinizadores da mangueira.

Com relação ao tempo de permanência na inflorescência, houve diferença entre os dípteros mais freqüentes e *A. mellifera*. De um modo geral, independente do tipo de cultivo, os dípteros passavam mais tempo na inflorescência do que as abelhas (Figura 9).

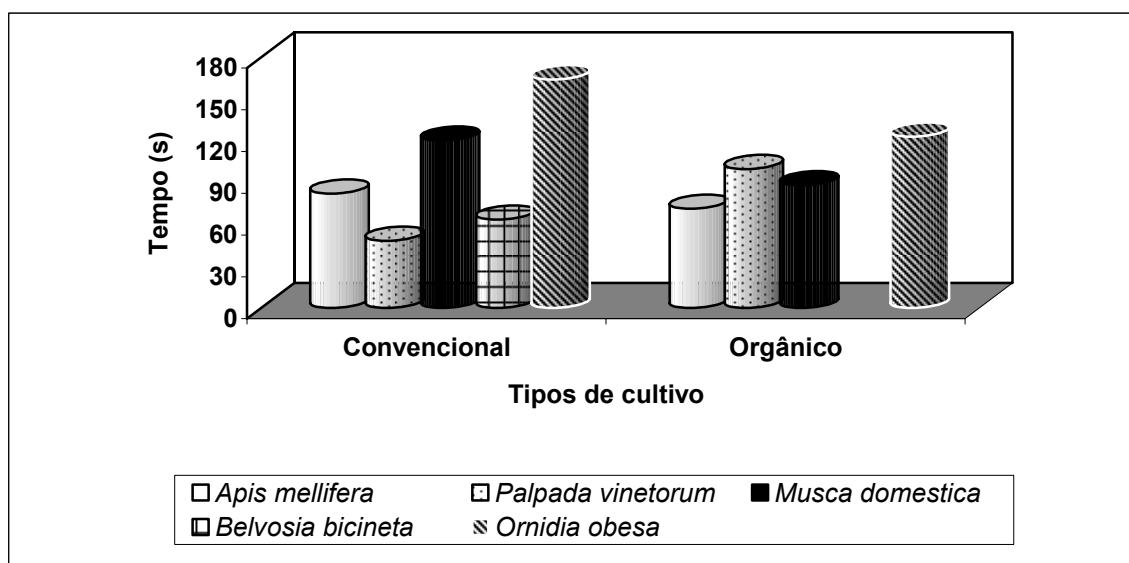


FIGURA 9. Tempo médio de permanência dos visitantes florais nas panículas das variedades Tommy Atkins em cultivo convencional e orgânico.

Os dípteros por demorarem mais tempo nas inflorescências e por apresentarem pouca atividade de deslocamento visitaram um número menor de flores e, como o número de flores masculinas é superior ao de hermafroditas, estes visitantes teriam menores possibilidades de contatar as flores femininas e, portanto, seriam menos eficientes no processo de polinização da mangueira. Por outro lado, ao se deslocar ativamente pela panícula, *A. mellifera* tem a possibilidade de contatar os dois tipos florais, favorecendo, assim, a polinização entre flores da inflorescência, entre panículas distintas, e entre plantas, garantindo o fluxo de pólen na população. Ao longo das observações, foi freqüente a presença de vários indivíduos, visitando uma mesma inflorescência, sendo observadas até 10 abelhas por panícula.

No cultivo convencional, ocorreu uma concentração das visitas no período da manhã, com redução progressiva à tarde. O pico de visitação foi registrado entre 8h30 e 11h30. Já

no cultivo orgânico, foram registrados dois picos de visitação, um logo no início da manhã (7h30 às 8h30) e, outro, no início da tarde (14h30 às 15h30), observando-se um equilíbrio quantitativo em relação aos outros horários (Figura 10).

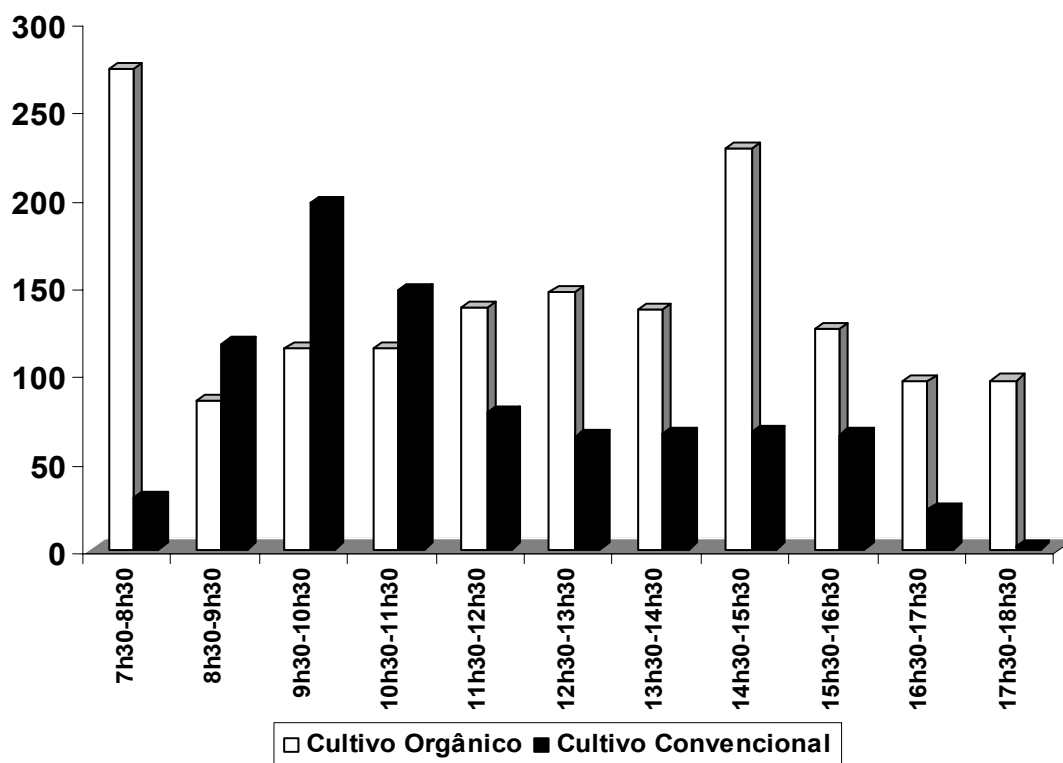


FIGURA 10. Número total de visitas por intervalo de tempo em panículas da variedade Tommy Atkins em cultivo orgânico e convencional.

Comparando os dados, nota-se que houve um maior número de visitas no cultivo orgânico principalmente no período da tarde, sendo que esta diferença pode ser atribuída à ausência de aplicação de agroquímicos nesta área.

Quanto à frequência de visita, *A. mellifera* esteve presente em praticamente todos os horários, com exceção do período de 9h30 às 11h30, no cultivo orgânico e no último intervalo da tarde no cultivo convencional (Figuras 11a e 11b). Nesses períodos, houve um aumento do número de espécies e da frequência dos demais visitantes nos dois tipos de cultivo. No cultivo orgânico, estas abelhas apresentaram o dobro da média de visitas em relação ao cultivo convencional. Considerando esses dados e o comportamento descrito para as abelhas, podemos inferir que há competição entre os visitantes e que o comportamento agonístico apresentado por *A. mellifera* estaria interferindo no padrão de visitação dos demais insetos.

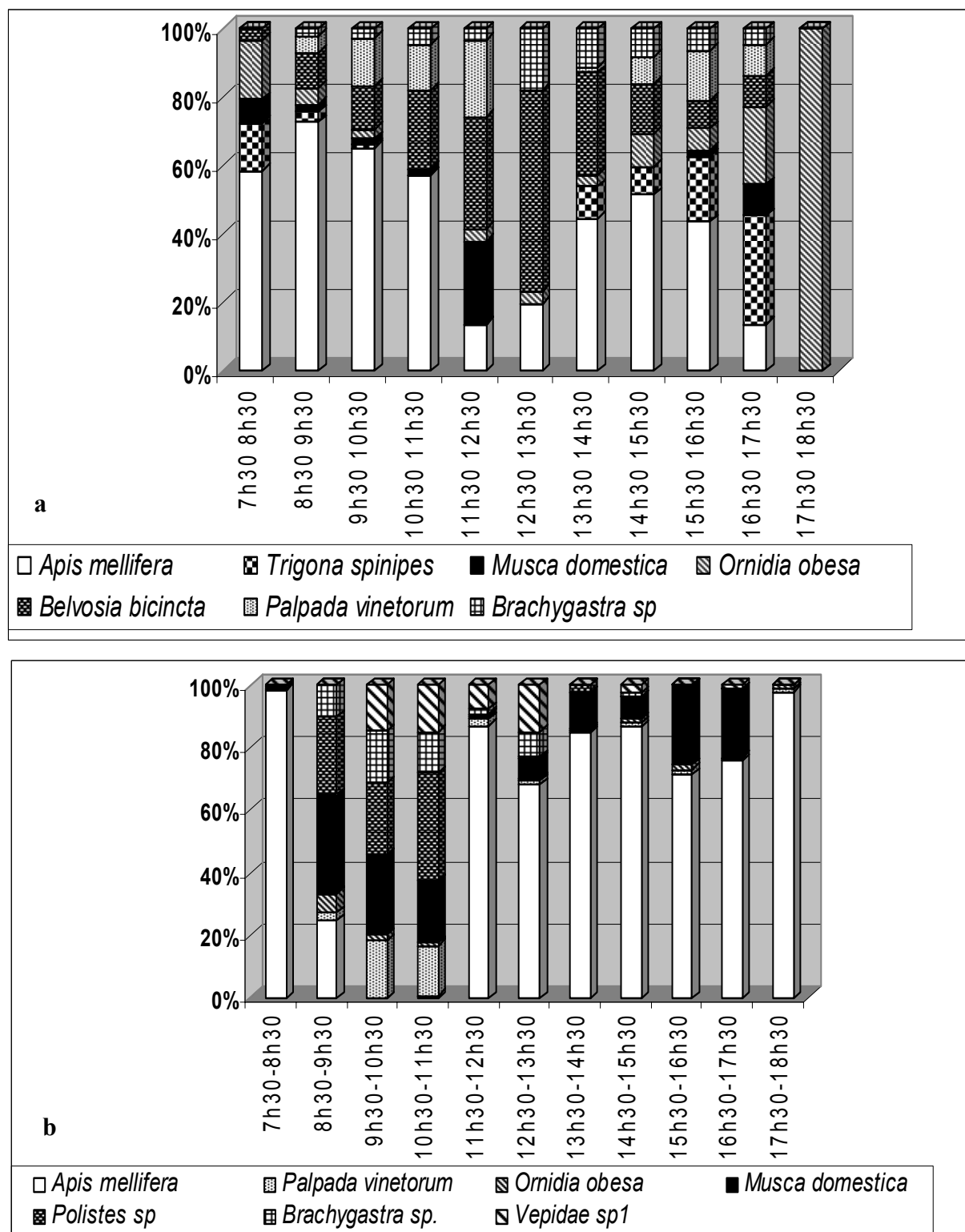


FIGURA 11. Porcentagem de visitas por horário em *Mangifera indica*, variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional (a), e orgânico (b), em Petrolina-PE.

No que diz respeito à visitação da mangueira da variedade Tommy Atkins em cultivo convencional, durante a estação seca e a chuvosa (Figura 12), observou-se que *A. mellifera*

esteve presente nas duas estações e em todos os intervalos de observações, tendo maior pico de visitação na estação chuvosa, no intervalo de 14h às 15h. A presença de *A. mellifera*, ao longo do ano, revela que esta espécie está bem adaptada às condições climáticas da região, sendo encontrada com frequência em áreas nativas no entorno da cultura. Por outro lado, *Palpada vinetorum* esteve presente apenas na estação chuvosa, com pico de visitação de 11h às 12h, indicando que esses insetos necessitam de condições climáticas mais favoráveis.

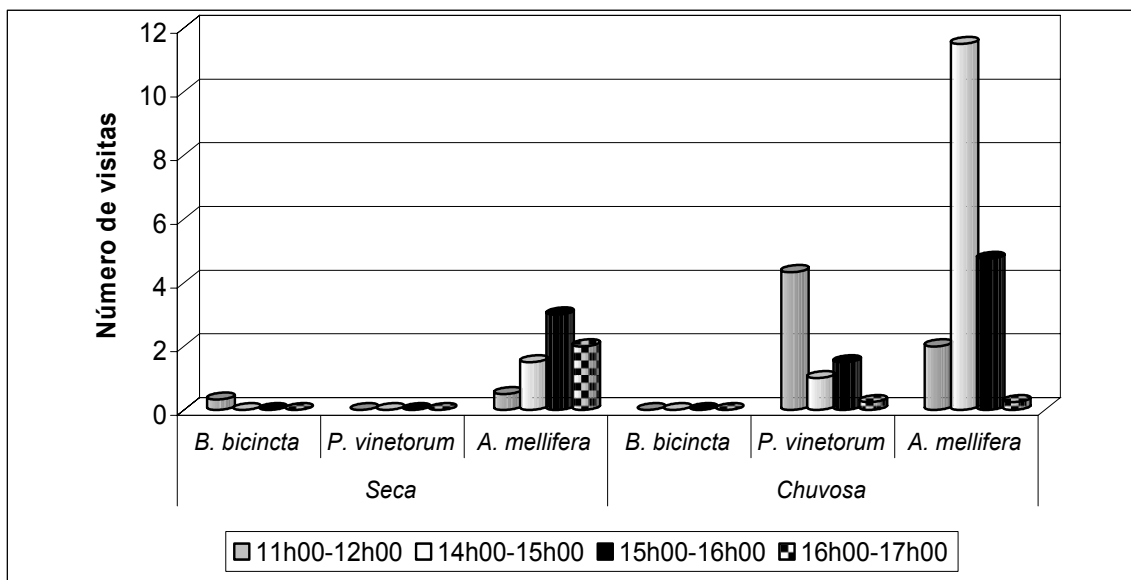


FIGURA 12. Número médio de visitas dos principais visitantes da *Mangifera indica* variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional, durante os períodos seco e chuvoso nos anos de 2005/2006, em Petrolina-PE.

No Brasil, informações sobre sírfideos como polinizadores foram registrados em áreas remanescentes de floresta em Pernambuco, no Vale do Rio Pardo no Rio Grande do Sul e em área de mata em São Paulo, indicando a preferência desses insetos por ambientes mais úmidos (Machado & Loiola, 2000; Morales & Köhler, 2006; Arruda & Sazima, 1996). Em áreas de caatinga, não há registro desses insetos como polinizadores.

Quanto à influência da aplicação de agroquímicos na diversidade de visitantes, a avaliação mostrou que houve uma redução de 50% e de 20% na abundância de espécies de himenópteros e dípteros, respectivamente, após a pulverização de fungicidas e inseticidas (Figura 13).

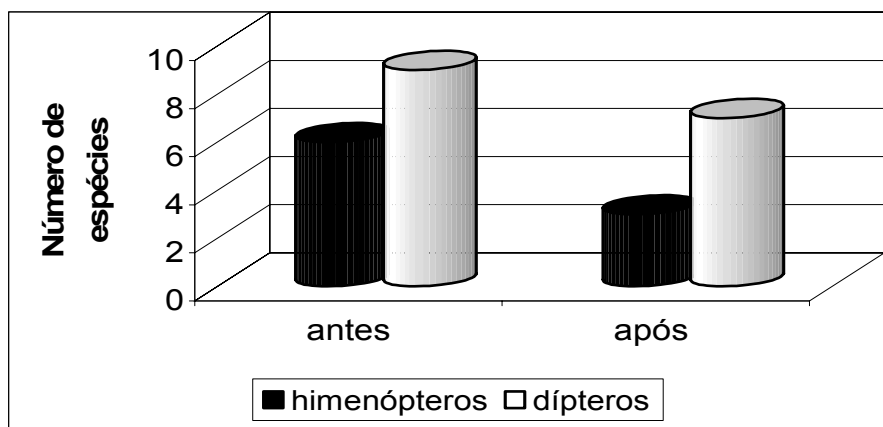


FIGURA 13. Comparação do número total de espécies registrado para o período da manhã e da tarde, antes e após a pulverização em cultivo convencional de mangueira da variedade Tommy Atkins, em Petrolina, PE.

Comparando a visitação no período da manhã e da tarde antes e após a aplicação, verificou-se que a maior redução foi registrada no período vespertino, após a pulverização, com taxas superiores a 70% (Figura 14).

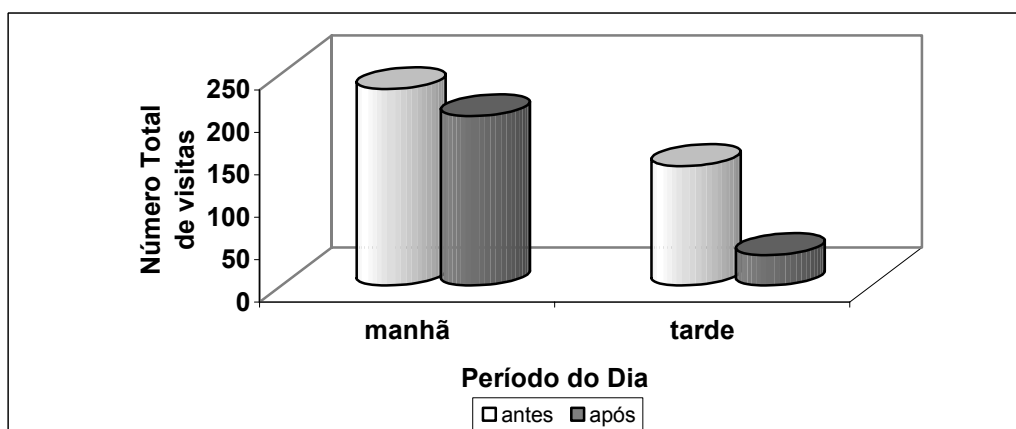


FIGURA 14. Comparação do numero total de visitas registrado para o período da manhã e da tarde, antes e após a pulverização em cultivo convencional de mangueira da variedade Tommy Atkins, em Petrolina-PE.

A redução expressiva registrada, nesse período, pode ser atribuída ao manejo da cultura, uma vez que as pulverizações são feitas, geralmente, após as 15h. Assim, a aplicação de agroquímicos interferiu não só na diversidade de visitantes, como também na frequência da visitação. Esses dados concordam com os de Singh (1989) e Jyothi (1994) indicando que a aplicação de agroquímicos afeta a atividade dos polinizadores de mangueiras e, conseqüentemente, a produção de frutos. Assim, no manejo da cultura deve

ser evitada a aplicação de defensivos no pico da floração e, se necessário, que os mesmos sejam aplicados no final da tarde quando há uma menor frequência de visitação, ou à noite.

Quanto à utilização de abelhas melíferas em cultivos de mangueiras, alguns autores constataram a eficiência e facilidade de manejo das colméias em experimentos controlados, como também em cultivos produtivos (Dag et al., 2001; Dag & Gazit, 2000; Kiill & Siqueira, 2006). Esses insetos vêm sendo utilizados, com sucesso, nos serviços de polinização de outras culturas de interesse econômico (D'Avila & Marchine, 2005).

Lembrando que a floração da mangueira, na região do Vale do Submédio São Francisco, ocorre de forma induzida e concentrada em períodos definidos do ano, o uso racional de polinizadores da ordem Diptera não seria recomendado no momento, pois ainda há pouca informação quanto ao seu ciclo biológico, reprodução e ecologia. Além disso, as características descritas quanto ao comportamento indicam que mesmo que haja disponibilidade de insetos na área, estes poderiam não oferecer um serviço de polinização adequado. Por outro lado, para manter os dípteros na área, seria necessário ofertar substratos para reprodução, sendo que estes, na maioria dos casos, não estão de acordo com as recomendações da Produção Integrada de Frutas, o que inviabiliza a utilização dessa prática.

Conclusões

- 1) A diversidade de visitantes e o número de visitas foram maiores em cultivo orgânico;
- 2) A aplicação de agroquímicos reduziu a frequência e a diversidade dos principais polinizadores e, portanto, deve ser evitada no pico da floração e em horários de alta visitação;
- 3) *Apis mellifera*, devido a seu comportamento de coleta, frequência e ativo deslocamento nas inflorescências, foi considerada como o polinizador mais eficiente da cultura da mangueira na região do Vale Submédio do São Francisco;
- 4) O design e o entorno da cultura são fatores importantes para garantir a diversidade, e manutenção dos visitantes florais.

AGRADECIMENTOS

Ao PROBIO/MMA/GEF pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento do projeto “Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco”; ao CNPq pela concessão das bolsas de Apoio Técnico; a Fazenda Frutex pela disponibilização da área experimental; ao Engo. Agrônomo e Apicultor Laércio Alves Puçá Júnior, pelas informações concedidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, V. L. V.; SAZIMA, M. Flores visitadas por sirfídeos (Diptera: Syrphidae) em mata mesófila de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.19, p. 109-117, 1996.
- CRUDEN, R. W. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v. 31, p. 32-46, 1977.
- DAFNI, A. **Pollination ecology – a practical approach**, IRL Oxford University Press Oxford, 1992, 250p.
- DAG, A.; DEGANI, C.; GAZIT, S. In-hive pollen transfer in mango. **Acta Horticulturae**, Mosanmagyaróvár, 561, 2001.
- DAG, A.; GAZIT, S. Mango pollinators in Israel. **Journal of Applied Horticulture**, v. 2 n. 1, p.39-43, 2000.
- D’AVILA, M.; MARCHINE, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. **Boletim da Indústria Animal**, N. Odessa, v. 62, n.1, p.79-90, 2005.

EMBRAPA. Dados Meteorológicos, Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Disponível em www.cpatsa.embrapa.br . Acesso em 02.10.2007.

FRASER, S. **American fruits, their propagation, cultivation , harvesting and distribution.** Orange-Judd Publishing Co., Inc., New York, 1927.

INOUE, D.W. The terminology of floral larceny. **Ecology**, v. 61, p.1251-1253, 1980.

JIRON, L. F.; HEDSTROM, I. Pollination ecology of mango (*Mangifera indica* L.) (Anacardiaceae) in the Neotropical Region. **Turialba**, v. 35, n. 3, p. 269-277, 1985.

JYOTHI, J. V. A. Visitation frequency and abundance of *Apis cerana indica* F. on mango (*Mangifera indica* L.) at Bangalore, India. **Indian Bee Journal**, v. 56, n. 1-2, p. 35-36, 1994.

KEARNS, C. A; INOUE, D. W. 1993. **Techniques for Pollination Biologists.** The University Press of Colorado, 1993, p.559.

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

MACHADO, I. C. S.; LOIOLA, M. I. Fly pollination and pollinator sharing in two synchronopatric species: *Cordia multispicata* (Boraginaceae) and *Borreria alata* (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n.3, p. 305-311, 2000.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington: Agricultural Research Service United States Dept. of Agriculture, 1976, 411p.

- MORALES, M. N.; KÖHLER, A. Espécies de Syrphidae (Diptera) visitantes das flores de *Eryngium horridum* (Apiaceae) no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. **Iheringia**, Ser. Zool., v. 96, n. 1, 2006.
- OCHSE, J. J.; SOULE, M. J.; DIGKRAN, M. J.; WELTBARG, C. **Tropical and subtropical agriculture**, Mcmillan, New York, 1961, 1446p.
- RADFORD, A. E.; DICKSON, W. C.; MASSEY, J. R.; BELL, C. R. **Vascular plant systematics**. Harper and Row, New York, New York, USA, 1974.
- RAGHAVA KURUP, C. G. (ed.) **The mango: a Handbook**, New Delhi, India Council Agriculture Research, 1967, 210p.
- SINGH, R. N.; MAJUMDAR, P. K.; SHARMA, D. K. Self incompatibility in mango (*Mangifera indica* L.) Var. Dashehari. **Current Science**, v. 31, n. 5, p. 209, 1962.
- SING, G. Insect pollinators of mango and their role in fruit setting. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 231, 1989.
- SINGH, G. Pollination, Pollinators and fruit setting in mango. **Acta Horticulturae**, v.1, n. 455, p. 116-123, 1997.
- STURROCK, T. T. **Notes on the mango**. Sturast Daily News , Inc. Sturast, Flórida, 1944, 122p.
- SUTHERLAND, S. Patterns of fruit-set : what controls fruit-flower-ratios in plants ? **Evolution**, v. 40, n. 1, p. 117-128, 1986.
- VIANA, B. F. (Coord.) **Plano de manejo para polinizadores: A mangueira, e seus potenciais polinizadores no Vale Médio São Francisco, Juazeiro, Bahia**, Manual

Técnico, PROBIO, Salvador, disponível em <http://www.labea.ufba.br>. Acesso em 15.02.2006

YOUNG, T. W. Investigations of the unfruitfulness of Haden mango in Florida. **Proceeding of the Florida State Horticultural Society**, Florida, v.55, p. 106-110, 1942.

CAPÍTULO II

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE DUAS VARIEDADES DE *Mangifera indica* L. (ANACARDIACEAE) NA REGIÃO DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Biologia reprodutiva de duas variedades de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) na região do Vale do Submédio São Francisco

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o sistema reprodutivo de *Mangifera indica* L., das variedades Tommy Atkins e Haden, comparando e caracterizando o desenvolvimento dos frutos em cultivo convencional e a importância dos visitantes florais no processo de polinização, na região do Submédio do Vale do São Francisco. Os experimentos foram realizados no município de Petrolina-PE, durante os anos de 2005 e 2006. As inflorescências apresentaram diferenças visuais entre as variedades estudadas. As inflorescências da variedade Tommy Atkins apresentaram raque de coloração vermelha, e maior número de flores por panícula, enquanto que na Haden, a raque apresentou coloração rósea, com menos flores, conferindo um aspecto aberto à panícula. Em todos os experimentos de polinização foi registrada a formação de frutos (estádio chumbinho). O completo desenvolvimento dos frutos foi registrado na polinização natural, em ambas as variedades, e na polinização espontânea para a variedade Tommy Atkins. A relação fruto/flor, foi considerada muito baixa em ambas as variedades. A relação fruto/panícula para a variedade Tommy Atkins (1,8) foi considerada satisfatória em comparação com a Haden (0,71). Esta diferença pode ser atribuída ao maior número de flores por panícula registrada para a variedade Tommy Atkins. Ao longo do desenvolvimento dos frutos, as taxas de aborto registradas nos primeiros 15 dias foram de 60,92% e 58,3% para Tommy Atkins e Haden, respectivamente. As maiores taxas foram registradas aos 28 dias para a variedade Tommy Atkins (98,85%) e aos 50 dias (92,6%) para a Haden. O completo desenvolvimento dos frutos ocorreu aos 120 dias, identificando-se após a polinização as fases chumbinho (7 dias), ervilha (23 dias), azeitona (33 dias), castanha(40 dias), ovo (50 dias) e fruto em estágio final.

Termos para indexação: Tommy Atkins, Haden, polinização, mangueira

Reproductive biology of two varieties of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) in region of Submédio São Francisco Valey

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the reproductive system of *Mangifera indica* L., of Tommy Atkins and Haden varieties, comparing and characterizing the fruit development in conventional tillage and the importance of floral visitors of the pollination, in the region of Submédio São Francisco Valey. The experiments were carried out in Petrolina – PE, in the years of 2005 and 2006. The inflorescences showed visual differences between the varieties under study. The inflorescences of the variety Tommy Atkins displayed red colour rachis and higher number of flowers per panicle. In the Haden variety the rachis showed pink colour with less flowers, giving the panicle an open aspect. In all the pollination experiments it was registered fruit formation (fruit set). The complete development of fruit was registered in the natural pollination, in both varieties, and in spontaneous pollination in Tommy Atkins variety. The relation fruit/flower was considered very low in both varieties. The relation fruit/ panicle in the variety Tommy Atkins (1.8) was considered satisfactory in comparison with Haden (0.71). These differences can be due to the higher number of flowers per panicle registered in the variety Tommy Atkins. Throughout the fruit development, the abort rates registered in the first 15 days were 60.92% and 58.3% for Tommy Atkins and Haden, respectively. The highest rates registered on the 28th day was 98.85% in Tommy Atkins and on the 50th day, 92.6% in Haden. The complete development of the fruits occurred in 120 days. After pollination the phases identified were “chumbinho” (7days), pea size (23 days), olive (33 days), nut (40 days), egg (50 days) and the fruit in the final stage.

Index terms: Tommy Atkins, Haden, pollination, mango tree

INTRODUÇÃO

O Vale do Submédio São Francisco é responsável por 92% das exportações brasileiras de manga e 98% das de uva. O volume de produção de manga na região vem apresentando melhores rendimentos e qualidade dos produtos, permitindo a sua ampliação no mercado internacional. As mangas destinam-se, em grande parte, à Europa (74%) e aos Estados Unidos (20%), sendo também registrados, nos últimos anos, envios ao Japão (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2006).

Os cultivos regionais são constituídos principalmente pela variedade Tommy Atkins, originada na Flórida, sendo esta a mais cultivada no Brasil e a principal manga de exportação em todo o mundo (Pinto & Ferreira, 1999).

Apesar das mangueiras serem vigorosas, com intensa floração e produção de frutos de ótima qualidade, apresentam o fenômeno de baixo vingamento de frutos por inflorescência. Geralmente, 8 a 13% das flores produzem frutos e menos de 1% chegam à maturidade (Devenport & Núñez-Elisea, 1997). Mais de 50% de queda de frutos ocorre durante os primeiros 15 dias, apresentando diferenças entre as variedades (Anila & Radha, 2002). Experimentos de cruzamentos entre as variedades Tommy Atkins, Amrapali e Mallika, apresentaram alta queda de frutos (75 a 92,8%) na primeira semana, atribuídos a fatores ambientais principalmente a baixa umidade na estação seca (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 Devenport & Núñez-Eliseo (1997), sustentam que existe autofertilidade, porém a polinização cruzada aumenta a produção de frutos. Por outro lado, Young (1942) não registrou diferença significativa entre autopolinização e polinização cruzada, em estudo realizado com a variedade “Haden”. Na Índia, não foi registrada partenocarpia nem polinização pelo vento, com observação de sistemas de auto-incompatibilidade (Singh et al., 1962; Singh, 1997). Além disso, estudos entre variedades de mangueiras como Dashehari, Chausa, Langra e Bombay Green revelaram auto-incompatibilidade (Mukherjee et al., 1968; Sharma & Singh, 1970; Ram et al, 1976).

No Brasil, testes de autopolinização realizados na região do Cerrado resultaram em fecundação, porém com queda dos frutos entre 1,2 cm a 2,5 cm de diâmetro (Pinto &

Ferreira, 1999). Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o sistema reprodutivo de *Mangifera indica*, das variedades Tommy Atkins e Haden, comparando e caracterizando o desenvolvimento dos frutos em cultivo convencional e a importância dos visitantes florais na polinização, na região do Submédio do Vale do São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em plantio comercial de mangueira, no município de Petrolina, Pernambuco (09°09'S, 40°22'W, com 376m de altitude), durante os anos de 2005 e 2006. O clima da região é definido como semi-árido, a precipitação pluviométrica média anual é de 543 mm, com as chuvas concentradas no período de novembro a abril (EMBRAPA, 2007).

Os experimentos foram desenvolvidos em cultivo convencional irrigado por microaspersão, com 13 anos de idade e espaçamento de 5 m x 10 m. Para a variedade Tommy Atkins foi utilizada uma área de 200 ha, e para a variedade Haden, 18 ha.

Para determinar a estratégia reprodutiva, experimentos de autopolinização, polinização cruzada e agamospermia foram realizados. Nos testes de autopolinização espontânea, panículas apresentando apenas botões foram ensacadas e acompanhadas. Para verificar a ocorrência de apomixia, botões hermafroditas em pré-antese foram emasculados com auxílio de agulhas de ponta fina, posteriormente identificado no pedicelo com tinta a prova de água e mantidos ensacados. Nos experimentos de polinização cruzada, flores hermafroditas em pré-antese foram emasculadas e identificadas e, após a antese, estas foram polinizadas com grãos de pólen oriundos de outras plantas da mesma variedade. Para observação da polinização natural, panículas foram marcadas e deixadas livres para a visitação (controle). A formação de frutos nos diferentes experimentos de polinização foi avaliada semanalmente, por um período de dois meses.

Em virtude do pequeno tamanho das flores, algumas adaptações foram feitas para a coleta de grãos de pólen. Esta foi realizada de forma manual com auxílio de fita adesiva transparente, em torno dos dedos indicador e médio. Desta forma, procedia-se à retirada das anteras deiscentes (anteras de coloração escura ou preta) que ficavam aderidas na fita, sendo

estas posteriormente colocadas em contato com a área estigmática das flores a serem polinizadas.

Para calcular o percentual de flores em relação à produção de frutos, foram considerados os dados de Kiill & Siqueira (2006), que registraram na mesma área, uma média de 1009 flores/inflorescência para a variedade Tommy Atkins e de 616 para a Haden, com uma relação de flores masculinas/hermafroditas de 2:1.

Para caracterizar as fases de formação dos frutos, flores hermafroditas foram marcadas no dia da antese e após a observação do desenvolvimento inicial do ovário, foram acompanhadas até o desenvolvimento completo dos frutos. O diâmetro e o comprimento dos frutos foram aferidos com auxílio de paquímetro digital. Ao longo das observações, foram registradas as taxa de aborto nos diferentes estádios. Para facilitar os trabalhos, foi adotada a nomenclatura utilizada pelos produtores, padronizando o formato e idade das diferentes fases para as duas variedades estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As inflorescências da mangueira são do tipo panícula, de formato cônico a piramidal, com mais de 1000 flores, com uma estimativa de 70% masculinas e 30% hermafroditas. Quanto à distribuição dos tipos florais, as flores masculinas são encontradas principalmente na base e no meio das inflorescências, não havendo diferenças entre as variedades Tommy Atkins e Haden (Kiill & Siqueira, 2006).

Em relação ao formato e coloração das panículas, diferenças visuais foram observadas nas duas variedades. Na variedade Tommy Atkins, as inflorescências apresentaram raque de coloração vermelha e com maior número de flores/panícula (Figura 1A). Já a inflorescência da variedade Haden apresentou raque de coloração rósea, com menos flores, conferindo um aspecto mais claro e aberto à inflorescência (Figura 1B). De acordo com Kiill & Siqueira (2006), essa característica contribuiu para um maior tempo de permanência da maioria dos insetos nas panículas da variedade Haden.



FIGURA 1. Inflorescências da mangueira, variedade Tommy Atkins (A) e Haden (B).
Notar diferenças na coloração e abundância de flores.

Os resultados obtidos nos experimentos de polinização com a variedade Tommy Atkins encontram-se na Tabela 1. Em todos os experimentos, foi registrada a formação inicial de frutos, porém apenas para a polinização natural e autopolinização espontânea os frutos atingiram os 45 dias, permanecendo até o completo desenvolvimento. O número de frutos registrados, quando comparados com o número de flores hermafroditas, foi muito baixo (Tabela 1).

TABELA 1. Resultado dos experimentos de polinização com *Mangifera indica* L., variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional, no ano de 2006, em Petrolina-PE.

Tipos de polinização	Panículas	Estimativa do número de flores hermafroditas	Número de frutos aos 45 dias	Relação frutos/flores	Relação frutos/panículas
Polinização natural	05	1513	09	0,006	1,8
Autopolinização espontânea	05	1513	01	0,0006	0,2
Apomixia	-	71	-	-	-
Polinização cruzada	-	94	-	-	-

Analisando o número de frutos formados por panícula, os dados obtidos para a polinização natural podem ser considerados satisfatórios para a região do Submédio do Vale São Francisco, onde a formação de 1,5 frutos/panícula é considerada como uma boa

produção (Silva et al, 2001).

Para a variedade Haden, também foi registrada formação inicial de frutos em todos os experimentos de polinização, porém apenas para a polinização natural os frutos atingiram o completo desenvolvimento (Tabela 2).

Em ambas as variedades, não foi obtido resultados com a polinização cruzada provavelmente, devido às falhas durante o processo de manipulação das flores.

TABELA 2. Resultado dos experimentos de polinização com *Mangifera indica* L., variedade Haden, em cultivo convencional, no ano de 2006, em Petrolina-PE.

Tipos de polinização	Panículas	Estimativa do número de flores hermafroditas	Número de frutos aos 68 dias	Relação frutos/ flores	Relação frutos/ panículas
Polinização natural	14	2587	10	0,003	0,71
Autopolinização espontânea	11	2033	-	-	-
Apomixia	-	154	-	-	-
Polinização cruzada	-	106	-	-	-

Quanto à porcentagem de frutos formados por panícula, registraram-se taxas de 0,7% para a variedade Haden (Tabela 2), sendo estes inferiores aos registrados para a variedade Tommy Atkins (Tabela 1). Esta diferença pode ser atribuída ao maior número de flores por panícula registrada para a variedade Tommy Atkins.

A baixa formação de frutos registrada na autopolinização espontânea nas duas variedades pode estar relacionada à dicogamia. Uma vez que, logo após a abertura floral, os estigmas já estão receptivos, enquanto que a deiscência das anteras só acontece cerca de 24 horas após. Desta forma, fica reduzida a possibilidade de ocorrer autopolinização (Singh, 1960). Por outro lado, as flores expostas à visitação têm maiores possibilidades de serem polinizadas, elevando assim o número de frutos fixados.

Os dados obtidos com relação à taxa de aborto estão na Tabela 3 e mostram que, ao longo do desenvolvimento dos frutos das duas variedades, as maiores taxas foram registradas nos primeiros 15 dias, com 60,92% e 58,3% para Tommy Atkins e Haden, respectivamente. No final da quarta semana foi registrada a maior taxa de aborto, para a variedade Tommy Atkins, com 98,8% e para a variedade Haden, aos 50 dias, com 92,6%.

TABELA 3. Taxa de aborto registrada a partir do acompanhamento do desenvolvimento dos frutos da mangueira, variedades Tommy Atkins e Haden, em cultivo convencional, em Petrolina-PE.

TOMMY ATKINS			
Dias após a polinização	Número de frutos	% de aborto	
		Total	Por período
07	87		
15	34	60,9	60,9
21	05	94,2	33,3
28	01	98,8	4,6
HADEN			
07	271		
15	113	58,3	58,3
21	40	85	26,7
28	30	89	4,0
35	24	91,2	2,2
42	21	92,3	1,1
50	20	92,6	0,3

De acordo com Pinto et al. (2004), a abscisão de frutos imaturos é um sério problema na cultura da manga, ocorrendo principalmente durante as primeiras semanas após a polinização. Neste trabalho, dados semelhantes foram obtidos, com percentuais iguais ou superiores a 75%, na primeira semana, em frutos oriundos de cruzamentos realizados com as variedades Tommy Atkins, Amrapali e Mallika. Segundo Sukhvibul et al. (1999, 2005), as altas temperaturas também podem causar efeito negativo sobre a polinização e o processo de fertilização. Este fato pode estar ocorrendo na região do presente estudo, onde as condições ambientais podem ser consideradas fatores limitantes para o processo de fecundação das flores.

Quanto ao desenvolvimento dos frutos, foi verificado que estes completam seu desenvolvimento aos 120 dias, identificando-se as fases chumbinho, ervilha, azeitona, castanha, ovo e fruto em estágio final (Figura 2).

No início do desenvolvimento, os frutos apresentam um crescimento proporcional entre o diâmetro e o comprimento para as duas variedades. A partir de 33 dias de desenvolvimento, o fruto adquire o formato característico da espécie, sendo que o crescimento é maior em comprimento do que em diâmetro. Os frutos da variedade Haden, em todos os estádios registrados, mostraram-se maiores do que os da Tommy Atkins (Tabela 4).

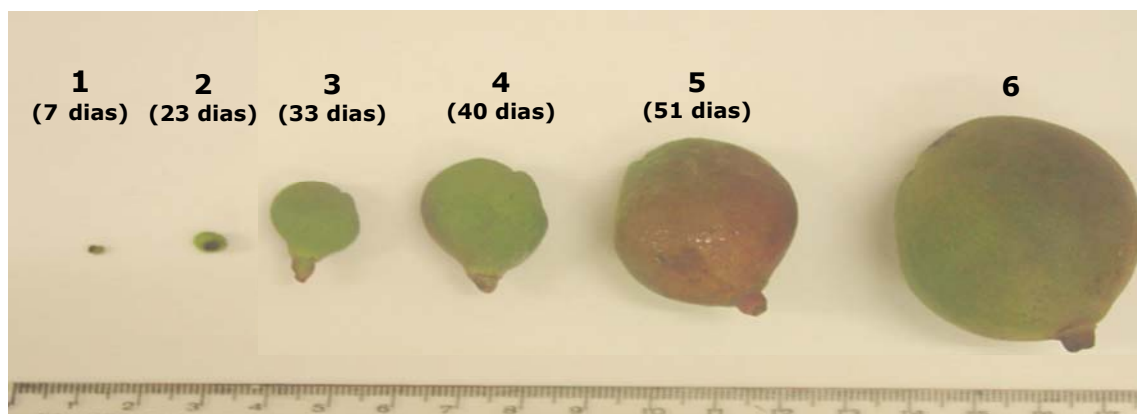


FIGURA 2. Tipos de frutos encontrados ao longo do desenvolvimento da mangueira da variedade Tommy Atkins, em cultivo convencional, em Petrolina-PE. 1- chumbinho, 2- ervilha, 3- azeitona, 4- castanha, 5- ovo e 6- fruto em fase final.

TABELA 4. Tamanho dos frutos das variedades Tommy Atkins e Haden de acordo com os estádios de desenvolvimento, em Petrolina-PE.

Estádios de desenvolvimento dos frutos (n = 30)	Variedades				
	Dias	Tommy Atkins		Haden	
		Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)
Chumbinho	07	3,23 ± 0,82	-	*	-
Ervilha	23	5,49 ± 0,62	-	7,32 ± 1,14	-
Azeitona	33	12,73 ± 2,40	16,93 ± 3,51	14,70 ± 3,34	20,04 ± 3,31
Castanha	40	24,70 ± 3,51	36,53 ± 6,15	25,32 ± 4,83	37,77 ± 7,81
Ovo	51	36,99 ± 4,78	55,15 ± 5,55	46,08 ± 11,49	66,06 ± 2,87

*não avaliado

Diante dos resultados obtidos nos experimentos de polinização, para as duas variedades, verifica-se que a visita dos agentes polinizadores nas flores da mangueira, desempenhou um papel fundamental para a produção de frutos, confirmando dados registrados na literatura (Dag & Gazit, 2000; Singh, 1997, Anderson et al., 1982).

A preocupação com os serviços de polinização prestados pelos insetos ainda não é um tema discutido no manejo da mangueira. De acordo com Singh (1997), quanto maior o tempo de exposição da panícula à visitação, maior o número de frutos produzidos. Segundo Siqueira et al., 2007 (no prelo), os principais visitantes florais registrados na região do Submédio São Francisco, foram insetos pertencentes às ordens Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera, sendo *Apis mellifera* considerada como o polinizador mais eficiente. Neste caso, a recomendação seria no sentido de otimizar a presença desses polinizadores nas áreas

de cultivo, visando aumentar as possibilidades de contato desses insetos com as flores hermafroditas. Para isso, o recomendado seria que a apicultura migratória fosse incorporada às práticas de manejo da cultura, uma vez que em áreas onde esta prática foi adotada, houve incrementos consideráveis na produção (Ribeiro et al., 2007). A facilidade e mobilidade da colocação das colméias na plantação na época da florada da mangueira fazem com que essa alternativa possa ser adotada de forma prática e de imediato, estando também em conformidade com as normas da Produção Integrada de Frutas (PIF), prática adotada na maioria dos cultivos da região.

CONCLUSÕES

- 1) As inflorescências expostas aos visitantes apresentaram uma maior produção de frutos. A variedade Tommy Atkins apresentou um maior número de frutos por panícula em relação à variedade Haden, provavelmente relacionado ao maior número de flores por panícula e ao menor tamanho dos frutos.
- 2) Ambas as variedades estudadas, apresentaram uma baixa formação de frutos em relação ao número de flores hermafroditas, com maior percentual de aborto de frutos aos 15 dias após a polinização.

AGRADECIMENTOS

Ao PROBIO/MMA/GEF pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento do projeto “Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco”, ao CNPq pela concessão das bolsas de Apoio Técnico, a Fazenda Frutex pela disponibilização da área experimental. A UNEB pela bolsa de estudos concedida a primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, D. L. SEDGLEY, M. SHORT, J. R. T. & ALLWOOD, A. J. Insect pollination of mango in northern Australia. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 33, n.3, p. 541-548, 1982.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul-SC, Ed. Gazeta Santa Cruz, 2006.

ANILA, R. & RADHA, T. Intensity of fruit drop in mango varieties. In: VII International Mango Symposium, Recife, **Program and Abstracts**, p. 247, 2002.

DAG, A. GAZIT, S. Mango pollinators in Israel. **Journal of Applied Horticulture**, v. 2, n.1, p. 33-43, 2000.

DAVENPORT, T. L., NÚÑEZ-ELISEA, R. Reproductive physiology. In: Litz, R. E. (Ed.) **The Mango: botany, production and uses**. Wallingford: CAB International, p. 69-146, 1997.

EMBRAPA, Dados meteorológicos, Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Disponível em <www.cpatsa.embrapa.br> Acesso em 02.10.2007.

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

MUKHERJEE, S. K., SINGH, R. N., MAJUMDER, P. K., & SHARMA, D. K. Present position regarding breeding of mango (*Mangifera indica* L.) in Índia. **Euphytica**, v.17, p. 462-467, 1968.

PINTO, A. C. Q., ANDRADE, S. R. M. & VENTUROLI, S. Fruit set sucesso of three mango (*Mangifera indica* L.) cultivars using reciprocal crosses. **Acta Horticulturae**, n. 645, p. 299-301, 2004.

PINTO, A. C. de Q., FERREIRA, F.R. Recursos genéticos e melhoramento da mangueira. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S.R.R., (Ed.). Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste brasileiro. (on line). versão 1.0, Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido / Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1999. Disponível em <http://www.cpatsa.embrapa.br>.

RAM, S., BIST, L. D., LAKHANPAL, S. C., JAMWAL, I. S. Search of suitable pollinizers for mango cultivars. **Acta Horticulturae**, v. 57, p. 253-263, 1976.

RIBEIRO, M. F., PULÇA JUNIOR, L. A., SIQUEIRA, K. M. M. & KIILL, L. H. P.

Avaliação da potencialidade da apicultura em áreas de sequeiro e irrigada na Caatinga, em Petrolina, PE. In: 44^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Jaboticabal-SP, 2007. Anais....., Jaboticabal, UNESP, 2007.

SHARMA, D. K. & SINGH, R. N. Studies on some pollination problems in mango

(*Mangifera indica* L.). **Indian Journal of Horticulture**, v. 27, p.1-15, 1970.

SILVA, C. R. R., FONSECA, E. B. A. & MOREIRA, M. A. **A cultura da mangueira.**

Lavras: UFLA, 2001. 124p. UFLA. (Boletim de Extensão). Disponível em www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_24.pdf Acesso em 05. nov. 2007.

SINGH, G. Pollination, Pollinators and fruit setting in mango. **Acta Horticulturae**, v.1, n.

455, p. 116-123, 1997.

SINGH, L. B. **The Mango: Botany, Cultivation and Utilization.** London: Leonard

Hill.London, 1960.

SINGH, R. N., MAJUMDAR, P. K., SHARMA, D. K. Self incompatibility in mango

(*Mangifera indica* L.) Var. Dashehari. **Current Science**, v. 31, n. 5, p. 209, 1962.

SIQUEIRA, K. M. M., KIILL, L. H. P., MARTINS, C. F., LEMOS, I. B., MONTEIRO, S.

P. & FEITOZA, E. A. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L.

(Anacardiaceae) em cultivo convencional e orgânico na Região do Vale do Submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura** (no prelo).

SUKHVIBUL, N., WHILEY, A. W. & SMITH, M. K. Effect of temperature on seed and fruit development in three mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v.105, p. 467-474, 2005.

SUKHVIBUL, N., WHILEY, A. W. & SMITH, M. K., HETHERINGTON, S. E. & VITHANAGE, V. Effect of temperature on inflorescence and floral development in four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars **Scientia Horticulturae**, v. 82, n. 1-2, p.67-84, 1999.

YOUNG, T. W. Investigations of the unfruitfulness of Haden mango in Florida. **Proceeding Florida State Horticulturae Society**. Florida, v.55, p. 106-110, 1942.

CAPÍTULO III

ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DO MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* SIMS f. *flavicarpa* DEG.), NA REGIÃO DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO: LIMITAÇÃO DE POLINIZADORES E COMPETIÇÃO VEGETAL

Ecology of Pollination of the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), in the region of São Francisco Valley: pollinators limitation and plant competition

ABSTRACT

This study describes aspects of floral biology and the reproductive system of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Passifloraceae), including foraging patterns of the floral visitors in the region of São Francisco Valley. The study was carried out in irrigated orchards in the Maniçoba Project, in Juazeiro-BA, during 2005 and 2006. The floral anthesis occurred between 12:00 and 13:00h. Flower closing started at 18:00h and finished around 1:00h. The time for style deflexion was $71,4 \pm 12,4$ min, about 5% of the flowers remained with the style undeflexed. The stigmas were receptive during the entire anthesis and the pollen grains presented 94% viability. The nectar volume was in average 100 μ L, with 48% of sugar concentration. The average number of pollen grains/flower was $140,595 \pm 34,175$ and 426 ± 77 ovules/ovary. The highest rates were obtained after cross pollination (74%), confirming the existence of a system of self-incompatibility. We registered 10% of flowers with four stigmas, which when manually pollinated, produced bigger fruits with a higher number of seeds ($477,7 \pm 76,8$). We found a positive correlation between the number of seeds and the weight of the fruits. The flower visitors were *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis* and *X. cearensis*. *A. mellifera* and *T. spinipes* were pollen and nectar robbers, respectively. Bees of the genus *Xylocopa* were more frequent during the dry season and *A. mellifera* during the wet season. The effective pollinators were *X. grisescens* and *X. frontalis*. We found that they were limited in number in the studied areas. However they were found to be more frequent in other plant species during the rain season which indicates that these plant species compete with the passion fruit for pollination service.

Key words: *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, breeding success, pollination service, Semi-Arid

Ecologia da polinização do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), na região do Vale do Submédio São Francisco: limitação de polinizadores e competição vegetal

RESUMO

Este estudo descreve aspectos da biologia floral e sistema reprodutivo de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Passifloraceae), incluindo os padrões de forrageio e comportamento dos visitantes florais. O estudo foi desenvolvido em cultivo irrigado no Projeto Maniçoba, em Juazeiro-BA, em 2005/2006. A antese floral ocorreu entre 12h e 13h, o fechamento da flor teve início às 18h, terminando por volta de 1h. O tempo para a deflexão dos estiletos foi de $71,4 \pm 12,4$ min, mas cerca de 5% das flores permaneceram com os estiletos sem curvatura. Os estigmas foram receptivos durante toda a antese e os grãos de pólen apresentaram viabilidade de 94%. O volume de néctar foi em média de 100 μ L, com 48% de concentração de açúcares. O número médio de grãos de pólen/flor, foi de 140.595 ± 34.175 , e 426 ± 77 óvulos/ ovário. As maiores taxas de frutificação (74%) foram obtidas com polinização cruzada, confirmando a existência de sistema de auto-incompatibilidade. Registrou-se 10% de flores com quatro estigmas que, quando polinizadas manualmente, apresentaram frutos maiores e com maior número de sementes ($477,7 \pm 76,8$). Observou-se correlação positiva entre o número de sementes e o peso dos frutos. Os visitantes florais identificados foram *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis* e *X. cearensis*. As abelhas *A. mellifera* e *T. spinipes* foram pilhadores de pólen e néctar, respectivamente. As abelhas do gênero *Xylocopa* foram mais freqüentes nas flores durante o período seco e *A. mellifera* durante o período chuvoso. Os polinizadores efetivos foram *X. grisescens* e *X. frontalis*, constatando-se uma limitação desses polinizadores nas áreas estudadas. Entretanto, eles foram mais freqüentes em outras espécies vegetais no período chuvoso, indicando competição com as flores dos maracujazeiros, pelos serviços de polinização.

Palavras chave: *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa grisescens*, sucesso reprodutivo, serviços de polinização, Semi-Árido

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) pertence a família Passifloraceae, gênero *Passiflora* que compreende trepadeiras herbáceas ou lenhosas, de hastes cilíndricas ou quadrangulares, angulosas, suberificadas, glabras ou pilosas (Killip 1938). No Brasil, existem cerca de 200 espécies do gênero *Passiflora* (Semir & Brown 1975). *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* é semelhante a *P. edulis* f. *edulis*, diferindo desse táxon, de acordo com Degener (1933), por apresentar duas glândulas marginais nas sépalas mais externas, corona fortemente roxa na base e frutos maiores e amarelos.

O horário de abertura das flores varia de espécie para espécie. No caso do maracujá-amarelo, as flores abrem depois do meio dia e se fecham à noite, ou no início da manhã do dia seguinte (Cobert & Willmer 1980).

A frutificação do maracujá amarelo é inteiramente dependente da polinização e a eficiência desse processo depende dos agentes polinizadores, no caso, várias espécies do gênero *Xylocopa*, conhecidas como mamangavas (Corbet & Willmer 1980, Sazima & Sazima 1989). As mamangavas, devido ao seu porte e comportamento, estão entre as principais abelhas nativas capazes de polinizar uma infinidade de flores de grande porte da flora brasileira (Freitas & Oliveira Filho 2001).

Estudos sobre ecologia da polinização com *P. edulis*, foram desenvolvidos em outras regiões do país (Sazima & Sazima 1989, Varassin & Silva 1999, Oliveira 2006, Gaglianone & Hoffmann 2006). Entretanto, estudos realizados em muitas culturas mostram diferenças na produção quando se comparam diferentes variedades em relação à polinização (Klein *et al.* 2006). No Vale do Submédio São Francisco, região de maior produção do país, as características existentes como agricultura intensiva e as especificidades climáticas, devido a sua localização no ecossistema Caatinga, impõem à necessidade de estudos locais para subsidiar práticas de manejo que beneficiem os serviços de polinização. Nesta perspectiva, o presente trabalho teve como objetivos: estudar a

biologia floral de *P. edulis*, os mecanismos de polinização e sistema de reprodução, os padrões de comportamento dos visitantes florais na estação seca e chuvosa e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas selecionadas para os experimentos localizavam-se no Projeto de Irrigação Maniçoba em Juazeiro (09°24"S 40°26"W), Bahia. O perímetro do projeto conta com uma área de 4.293 ha, ocupada por 234 lotes de pequenos irrigantes em 1.889 ha e por 80 lotes de empresas com 2.379 ha (CODEVASF 2005). O clima é semi-árido, a precipitação pluviométrica média anual é de 530 mm, com as chuvas concentradas de novembro a abril (EMBRAPA 2007) (Figura 1).

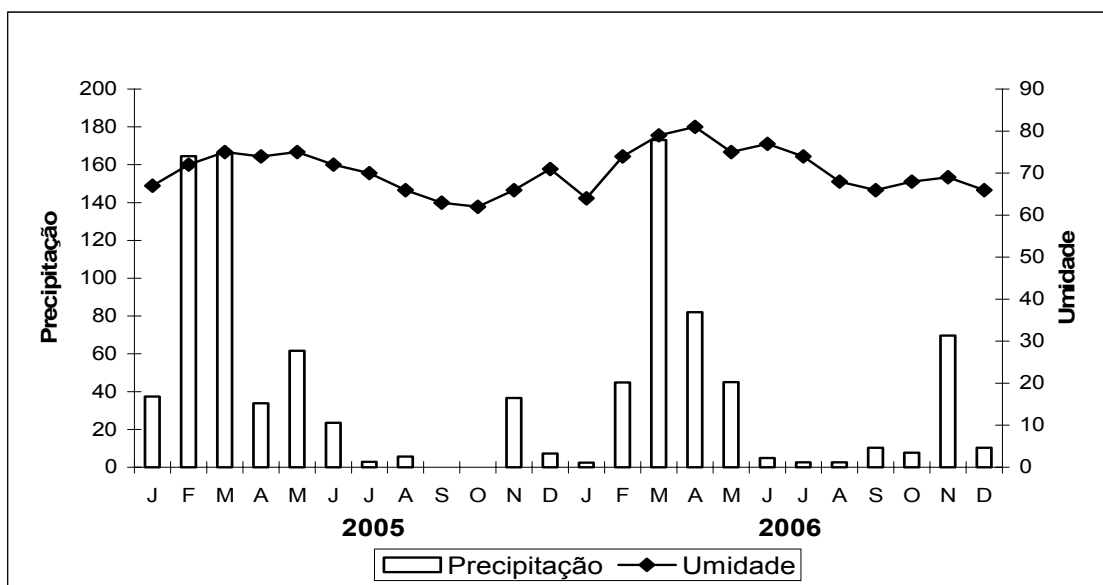


Figura 1. Médias mensais de precipitação e umidade obtidos da Estação Metereológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Mandacaru em Juazeiro (09°24"S 40°26"W), Bahia, durante os anos de 2005 e 2006.

Para os estudos foram definidas duas áreas de cultivo convencional, implantada em novembro de 2003, com espaçamento de 2m x 2m entre linhas e 3m entre plantas, e com sistema de

irrigação por sulcos. A primeira área (A) contava com 3 ha, e a segunda (B) com 6 ha, estando a cerca de 5 km uma da outra. A área A foi considerada como área controle e, a área B caracterizava-se por apresentar ninhos naturais (troncos de *Commiphora leptophloeos*-Burseraceae com ninhos de *Xylocopa* spp.), com cerca de 800 fêmeas, introduzidos no cultivo pelo produtor.

Os experimentos foram desenvolvidos nas duas áreas em 2005. Em 2006, estes foram realizados somente na área controle, em virtude da infestação da outra área por fuzariose (*Fuzarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*).

Para o estudo de morfologia, flores foram observadas em diferentes estádios de desenvolvimento, desde botão até a senescência (n= 10). Foram amostradas 10 flores e mensuradas, com auxílio de paquímetro digital, para verificar o diâmetro da corona e da corola, diâmetro e altura interna da câmara nectarífera, a altura das anteras em relação à corona, a altura dos estames, o diâmetro e comprimento do ovário. Para quantificação do número de estigmas por flor, 100 flores foram amostradas no campo.

Os horários de antese, duração da flor, receptividade do estigma, viabilidade dos grãos de pólen, volume, concentração do néctar e coloração dos elementos florais foram observados ao longo da floração. Após a abertura da flor, registrou-se o tempo necessário para que os estiletos ficassem completamente curvos, isto é, com os estigmas no mesmo nível das anteras. Foram amostradas, ao acaso, 247 flores para identificação dos diferentes tipos florais quanto à curvatura e posicionamento dos estiletos.

A receptividade do estigma foi testada em 20 flores com a aplicação de gotas de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 10 vol sobre a superfície estigmática (Zeisler 1938), nos horários de 13h, 14h, 16h e 18h.

Para a análise polínica, foram coletados cinco botões florais, armazenados em álcool a 70%. Posteriormente, foi retirada uma antera por flor, esmagada em lâmina de vidro e corada com Carmim acético a 1,2% (Radford *et al.* 1974). Lâminas foram preparadas para observação em

microscópio óptico. Para obter-se o percentual de viabilidade, foram avaliados, em média, 300 grãos de pólen por lâmina. O tamanho dos grãos foi obtido, utilizando ocular micrométrica, a partir de 10 grãos viáveis, medidos por lâmina.

Para estimar a quantidade de grãos de pólen produzidos por flor, anteras de flores diferentes (n= 5) foram coletadas e armazenadas em álcool a 70%, em volume conhecido (1,5 mL). Os grãos de pólen foram liberados por meio de agitações da solução e, posteriormente, com pipeta calibrada, retirou-se 100 μ L que foram depositados em lâmina de vidro. Após a evaporação do álcool, procedeu-se à contagem, fazendo-se, posteriormente, a proporção para o volume inicial (Kearns & Inouye 1993). Uma vez estimado o número de grãos por anteras, este foi multiplicado por cinco para estimar o número de grãos produzidos por flor.

O número de óvulos foi quantificado em 20 ovários de flores com três estigmas e 10 ovários de flores com quatro estigmas.

A quantificação do número de grãos de pólen depositados na superfície estigmática, após visita de abelhas do gênero *Xylocopa*, foi realizada por meio da coleta e acondicionamento individual desses estigmas (n= 10), em frasco com álcool a 70%. Em laboratório, sob microscópio estereoscópico, procedeu-se a contagem dos grãos de pólen aderidos ao estigma. Para estimar os grãos que ficaram imersos no álcool, o volume restante da solução foi completado para 1,5 mL, retirando-os após agitação 100 μ L que foram depositados em lâmina de vidro e analisados sob microscópio óptico. Após a contagem, foi realizada a proporção de grãos para 1,5 mL e, ao número resultante, foi acrescentada a contagem dos que estavam aderidos ao estigma.

Para avaliar o volume e concentração do néctar, foram ensacados 10 botões florais em cada área e, nos horários das 16h e 18h, o néctar foi coletado, utilizando seringa de insulina. Em seguida, com o uso do refratômetro digital Atago N1 (0-50%), foi medida a concentração de açúcares.

O sistema reprodutivo da espécie foi avaliado por meio de polinizações manuais realizadas no campo. Para os experimentos de polinizações manuais, botões em pré-antese foram emasculados

e/ou ensacados e submetidos aos experimentos de agamospermia (n= 20), autopolinização manual (n= 30), polinização cruzada (n= 120).

Para realizar a polinização cruzada, flores com três estigmas foram submetidas à polinização em um, dois e nos três estigmas. No primeiro e segundo caso, os estigmas que não foram polinizados, foram excluídos das flores. Foi realizada também a polinização cruzada em flores com quatro estigmas. Os frutos obtidos nos diferentes tratamentos foram avaliados quanto ao peso, formato (diâmetro e comprimento), número de sementes bem formadas e estimativas da concentração de açúcares (°brix).

Os visitantes florais foram observados ao longo de todo o período de floração do maracujazeiro, em dias não consecutivos, no período vespertino (12h30 às 17h30), sendo anotadas a frequência, duração e horário de suas visitas, o comportamento dos visitantes mais frequentes, bem como o recurso floral forrageado durante a visita.

De acordo com o comportamento apresentado, os visitantes foram considerados como polinizadores (Dafni, 1992) ou pilhadores (Inouye, 1980). Quanto à frequência, os visitantes foram classificados em: Abundantes (A), quando estes apresentavam frequências de visitas $\geq 30\%$; Frequentes (F), quando apresentavam frequências de visitas de $\geq 10\% < 30\%$, e Raros (R), quando apresentavam frequências $< 10\%$. Alguns visitantes foram capturados, fixados e mantidos a seco, para posterior identificação. Os visitantes coletados foram depositados no Laboratório de Ecologia da Embrapa Semi-Árido e duplicatas enviadas para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba.

Os registros foram feitos em pontos de observações, realizados por três observadores em 15 flores, nos meses de janeiro, fevereiro e outubro de 2005 e maio de 2006, com 22 repetições por intervalo de tempo, totalizando um esforço amostral de 110 horas de observações.

Para estimar o peso da carga polínica de operárias de *A. mellifera* (n= 14) após visita às flores do maracujá, iniciou-se a coleta e acondicionamento das mesmas em frascos de 1,5 mL, com

álcool a 70%. Depois da retirada do pólen armazenado na corbícula e lavagem das abelhas para retirada do pólen aderido a outras partes do corpo, procedeu-se a pesagem dos grãos. Utilizando-se balança analítica digital, pesou-se um recipiente de vidro e, em seguida, foi vertido, no mesmo, o álcool contendo o pólen depreendido do corpo da abelha. Após a evaporação do álcool, realizou-se a pesagem, obtendo-se, assim, o peso da carga polínica. O peso do pólen por antera (n= 10) foi obtido a partir de anteras colocadas, individualmente, em frascos com álcool a 70%. Após agitação e, conseqüente, desprendimento dos grãos de pólen da teca, esta foi retirada, vertendo-se o conteúdo para um recipiente de vidro com peso previamente determinado e realizada a pesagem, de modo semelhante ao efetuado para determinar o peso da carga polínica.

Foi realizada análise de variância das características dos frutos obtidos em diferentes tratamentos de polinização utilizando-se o programa Statistica 6. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Foi calculada também, a correlação entre o peso dos frutos e o número de sementes bem formadas obtidas.

RESULTADOS

As flores de *Passiflora edulis* apresentam-se isoladas, são hermafroditas, actinomorfas e pedunculadas, com androginóforo colunar, androceu formado por cinco estames, com filetes livres e inseridos abaixo do ovário; anteras dorsofixas, ovário globoso multiovular (Figura 2).

Os filamentos da corona são em série de quatro, com pétalas e sépalas brancas, de cor púrpura na base e brancas no ápice. A corola apresentou diâmetro médio de $76,9 \pm 4,9$ mm e a corona de $80,8 \pm 5,5$ mm (Tabela 1).

O nectário é anular, abaixo do opérculo, com o límen (tecido que delimita a câmara nectarífera internamente) abaixo do androginóforo. O ovário é súpero, ovóide, apresentando em

média $7,3 \pm 0,8$ e $5,4 \pm 0,2$ mm de comprimento e diâmetro, respectivamente. De um total de 100 flores amostradas, observou-se que 10% apresentavam quatro estigmas.

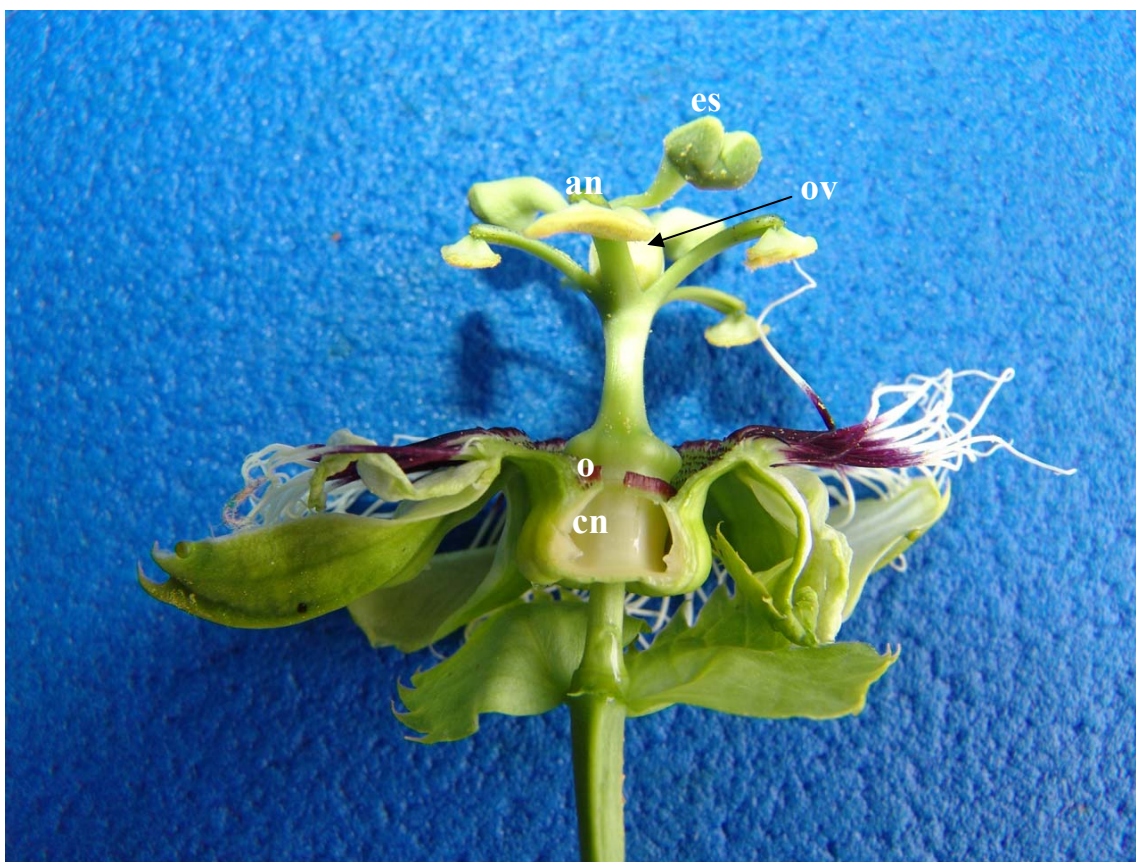


Figura 2. Flor de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, em corte transversal. (es) estigma, (an) antera, (ov) ovário, (o) opérculo e (cn) câmara nectarífera.

Tabela 1. Medidas de partes das flores do maracujá amarelo (*P. edulis*) em antese, após deflexão dos estiletos.

Flores (n= 10)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm)
Diâmetro da corola	68,4	85,4	76,9
Diâmetro da corona	66,6	86,9	80,8
Altura das anteras em relação à corona	11,2	17,2	14,8
Altura dos estigmas em relação à corona	15,2	19,9	17,5
Diâmetro externo da câmara nectarífera	11,1	15,9	13,2
Altura interna da câmara nectarífera	4,0	4,7	4,4
Tamanho do opérculo	1,9	2,9	2,5
Comprimento do ovário	6,3	8,8	7,3
Diâmetro do ovário	4,8	5,6	5,4

O número médio de grãos de pólen por antera foi 28.119 ± 6.835 ($n= 5$) sendo estimada a média de 140.595 ± 34.175 grãos por flor. Quanto ao tamanho, os grãos de pólen viáveis apresentaram $70,2 \pm 1,9 \mu\text{m}$, podendo ser classificados como muito grandes de acordo com Erdtman (1945). O número de óvulos, por ovário, encontrado nas flores da área A foi $390,1 \pm 81,4$ ($n= 10$) e $462 \pm 55,1$ nas flores da área B ($n=10$) (Figura 3).

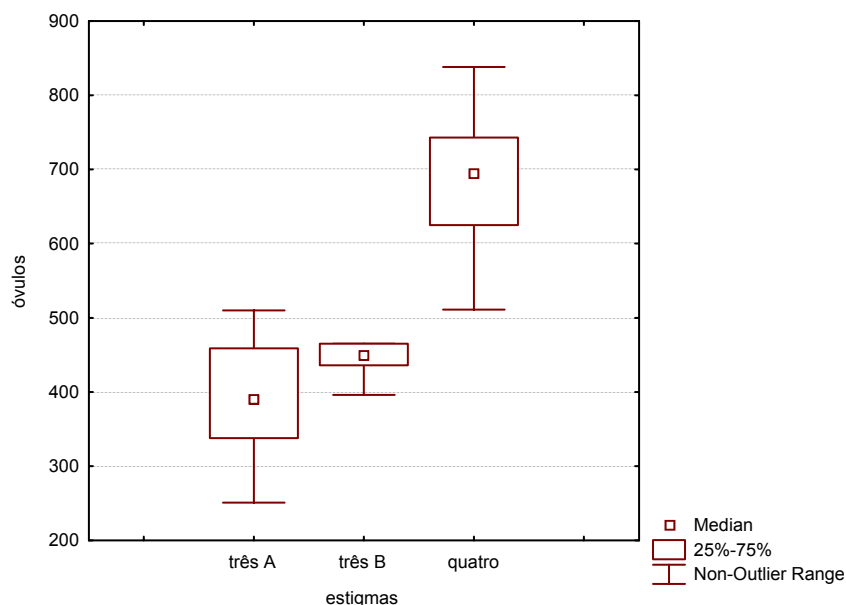


Figura 3. Comparação entre as médias e desvio padrão do número de óvulos registrados em flores com três estigmas (áreas A e B) e flores apresentando quatro estigmas (área A).

As flores que apresentaram quatro estigmas mostraram-se funcionais e seus ovários apresentaram, internamente, um segundo gineceu atrofiado (Figura 4). Esta característica denomina-se gimnogênese secundária (Natoniel Franklin de Melo, com. pessoal). Nos ovários dessas flores, foram encontrados, em média, de $674,5 \pm 105,7$ óvulos ($n= 10$). Os micro-ovários, oriundos do gineceu atrofiado, foram abertos e, em seu interior, foi constatada a presença de óvulos (Figura 4).

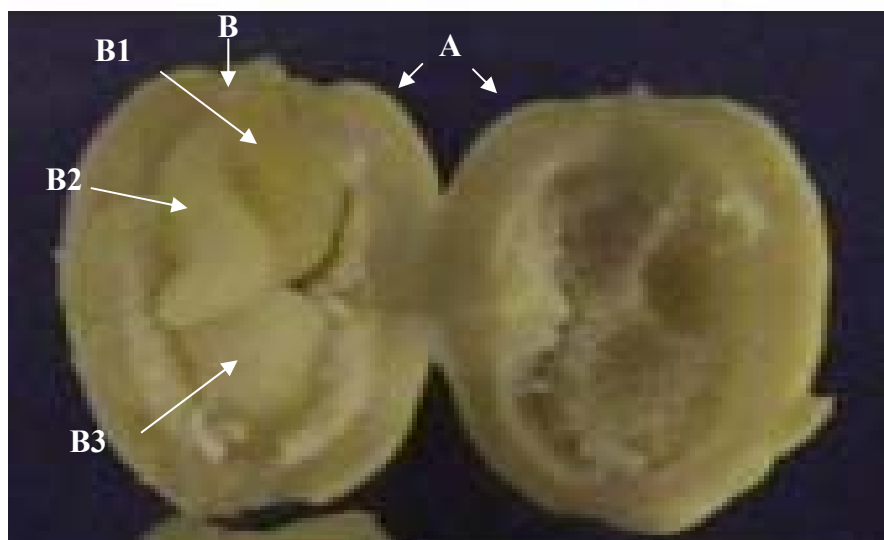


Figura 4. Corte transversal do ovário de flor com quatro estigmas. Em detalhe o segundo gineceu atrofiado, dentro do ovário. A- ovário em corte transversal, B- o gineceu atrofiado, B1- estigma, B2- estilete, B3- micro-ovário

A antese floral é diurna e sincrônica, com início da separação das sépalas, pétalas e filamentos da corona entre 12h e 13h (Figura 5). As flores levam cerca de 10 minutos para abrir. Nos dias nublados, verificou-se que as flores começavam a abrir mais tarde. Após o início da abertura das flores, os filetes, antes eretos no botão, iniciam o movimento de curvatura para baixo. Nesta fase, também ocorre a movimentação das anteras, que ficam com face deiscente voltada em direção à corona e já com os grãos de pólen disponíveis. O movimento de curvatura durou, em média, $71,4 \pm 12,4$ min ($n= 10$).

As flores, após a antese, apresentavam formato raso, campanulado e exalavam um odor característico, adocicado e intenso, ocorrendo um decréscimo ao longo do tempo de vida da flor. Os estigmas foram receptivos das 13h às 18h e, simultaneamente, os grãos de pólen estavam disponíveis nas anteras, apresentando viabilidade polínica média de 94%.

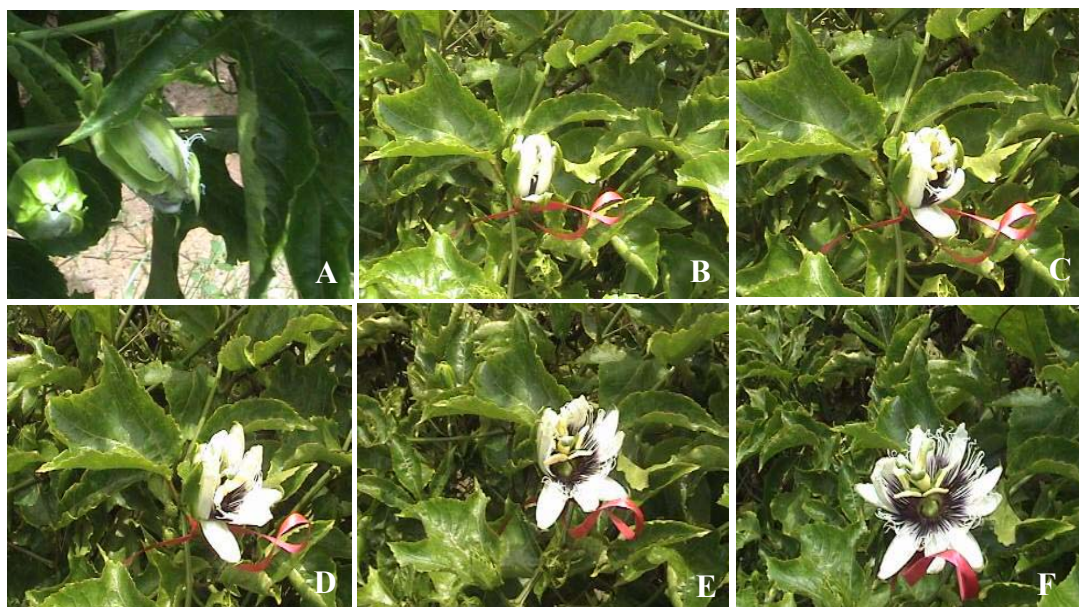


Figura 5. Sequência de abertura da flor de *P. edulis* f. *flavicarpa*: A-botão em pré-antese; B e C- início da abertura dos botões; D e E- separação das pétalas e sépalas; F- anteras em posição lateral e estiletes sem flexão.

O volume do néctar, por flor, foi semelhante nas duas áreas e nos dois horários de coleta ($100 \pm 4 \mu\text{L}$) da mesma forma que a concentração de açúcares ($47,3 \pm 0,7^\circ\text{brix}$).

Quanto à curvatura dos estiletes, foram registrados os percentuais de 4,8% e 5,7% de flores com estiletes sem curvaturas, 25,2% e 32,2% de parcialmente curvos e 70% e 62% de totalmente curvos nas áreas A e B, respectivamente.

O início da senescência da flor ocorreu por volta das 18h, caracterizado pelo murchamento e pequena alteração da coloração, ficando a flor menos atrativa. O fechamento total das flores ocorreu entre 24h e 1h. Não havendo a fecundação, as flores murchavam e no dia seguinte caíam. O tempo de vida da flor foi de aproximadamente 12 horas, sendo o tempo efetivo para a polinização de aproximadamente 5 horas.

Os resultados da polinização natural, realizados nas áreas A e B mostraram que, no período chuvoso, não foi registrada frutificação, porém observou-se 9,4% de formação de frutos no período seco (Tabela 2).

Tabela 2. Experimentos sobre o sistema reprodutivo e formação de frutos realizados na cultura do maracujá amarelo (*P. edulis*), em duas áreas de cultivo, no Projeto Maniçoba Juazeiro-BA., nos anos de 2005/2006.

Tratamentos	Área A				Área B	
	Período chuvoso		Período seco		Período chuvoso	
	Fl/Fr	%	Fl/Fr	%	Fl/Fr	%
Polinização natural (controle)	60/0	0	330/31	9,4	60/0	0
Agamospermia	20/0	0	-	-	-	-
Autopolinização manual	30/0	0	-	-	-	-
Polinização cruzada manual	60/44	74	-	-	60/38	63

Quanto ao número de estigmas polinizados, observou-se que nas flores em que um, dois, três ou os quatro estigmas receberam pólen, houve formação de frutos. Observou-se ainda que a formação de frutos foi maior nas flores com três estigmas, quando todos eles foram utilizados na polinização cruzada, porém naquelas em que foi feita a polinização em apenas um estigma, obteve-se a formação de um único fruto, totalmente deformado (Tabela 3).

Tabela 3. Flores submetidas à polinização natural (PCN3) e cruzada manual em 1, 2, 3 e 4 estigmas (PCM) com os respectivos números e porcentagens de vingamento dos frutos, no maracujá amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa* Deg.)

Tratamentos	Número de flores (n)	Número de frutos (n)	Sucesso %
Controle (PCN3)	330	31	9,4
1 estigma (PCM1)	10	1	10
2 estigmas (PCM2)	40	20	50
3 estigmas (PCM3)	60	46	78
4 estigmas (PCM4)	21	9	42,8

Analisando os frutos oriundos de polinização cruzada em dois, três, quatro estigmas e polinização natural (controle), foi verificado que houve diferenças entre o número de sementes bem formadas [F= 8,20; Gl= 3, 93; p<0,01], peso [F= 22,72; Gl= 3, 93; p<0,01], concentração de açúcares [F= 26,38; Gl= 3, 93; p<0,01] e espessura da casca [F=14,46; Gl= 3-93; p<0,01]. Além disso, verificou-se que os frutos procedentes de polinização natural e os formados em flores com quatro estigmas polinizadas, diferiram significativamente dos demais frutos com relação ao peso e diâmetro.

No que diz respeito ao número de sementes, os frutos resultantes de flores, com quatro estigmas polinizadas, apresentaram diferença significativa em relação aos demais (Tabela 4). Houve correlação positiva entre o peso dos frutos e o número de sementes bem formadas ($r= 0,66$; $p<0,05$) (Figura 6).

Tabela 4. Média e desvio padrão das medidas de avaliação dos frutos do maracujá amarelo (*P. edulis*), submetidos aos seguintes tratamentos; polinização cruzada manual (PCM) em quatro, três, e dois estigmas e polinização natural (PCN-3-controle)

Característica dos frutos	<i>Passiflora edulis</i>			
	PCN-3 (n= 26)	PCM-2 (n= 18)	PCM-3 (n= 43)	PCM- 4 (n= 9)
Peso (g)	229,2 ± 53,7 a	160,3 ± 58,1 a b	166,6 ± 48,8 b	301,7 ± 71,1 c
Comprimento (mm)	92,9 ± 6,7 a	98,86 ± 12,6 a	83,6 ± 9,0 a	91,98 ± 16,4 a
Diâmetro (mm)	86,7 ± 0,01 a	75,4 ± 10,7 b	72,7 ± 7,8 b	93,62 ± 8,6 a
Espessura da casca (mm)	12,1 ± 1,1 a	7,5 ± 1,01 a	9,9 ± 2,6 a	14,80 ± 3,95 b
Brix (%)	10,6 ± 3,0 a	13,9 ± 2,53 b	8,8 ± 1,8 c	9,27 ± 1,30 a c
Sementes (n^o)	311 ± 16,9 a	320,9 ± 112,3 a	265,2 ± 123,4 a	477,7 ± 76,8 b
Sementes inviáveis (n^o)	6,5 ± 3,5 a	16,2 ± 27,8 a	33,5±53,8 a	29 ± 25,8 a

Médias na mesma linha, acompanhadas de mesma letra, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey

A quantificação do número de grãos de pólen aderidos a um estigma, após um único contato de *Xylocopa* spp, foi registrada, apresentando uma média de $1.624,2 \pm 499,7$ grãos (n= 10).

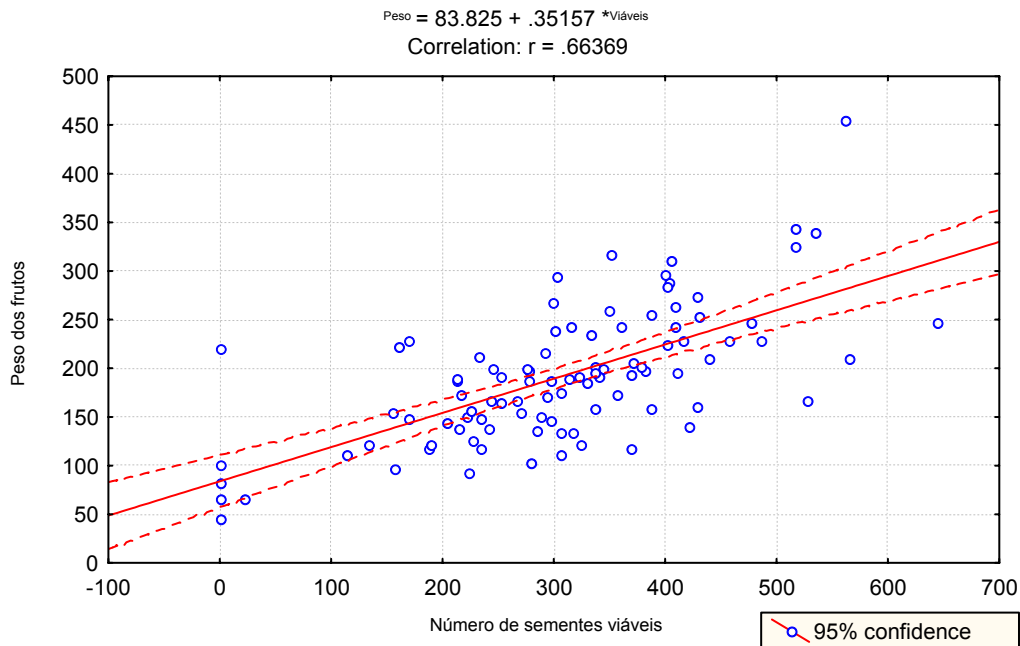


Figura 6. Correlação entre peso e número de sementes bem formadas, dos frutos obtidos por meio de polinizações cruzadas em dois, três e quatro estigmas em *P. edulis*, em cultivo irrigado em Maniçoba, Juazeiro-BA.

Os visitantes identificados nas flores de *P. edulis*, durante as observações de visitação realizadas no primeiro semestre de 2005 foram: *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis*, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. No segundo semestre de 2006, além das espécies já citadas, registrou-se a presença de *X. cearensis*.

O comportamento de coleta de néctar nas flores do maracujazeiro por machos e fêmeas de *X. grisescens* e *X. frontalis*, teve início com o pouso sobre a coroa (Figura 7). Em seguida, dirigiam-se para a parte central da flor, onde se localiza a câmara nectarífera fechada acima pelo opérculo, firmemente ligado ao límen. Com suas mandíbulas, realizavam considerável força para afastar o opérculo, introduzindo a glossa para a coleta do néctar, permanecendo alguns segundos na mesma posição. Ao realizar deslocamentos, procurando novo acesso ao nectário, tocavam as anteras e os estigmas com a região dorsal do mesossoma, ficando o pólen aí depositado. Desse modo, o pólen era depositado no dorso de forma passiva.

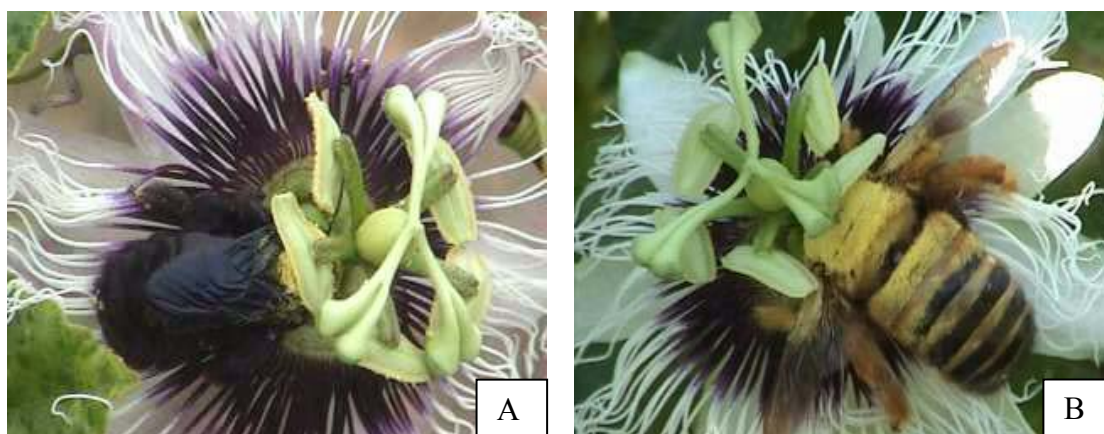


Figura 7. Fêmea (A) e macho (B) do gênero *Xylocopa* coletando néctar em *P. edulis*. Observa-se a posição da face inferior da antera acoplada a região dorsal torácica das abelhas.

Após a coleta de néctar, as abelhas saíam das flores, transportando grande quantidade de grãos de pólen aderidos à região dorsal do tórax, podendo voltar para a mesma flor e fazer nova coleta de néctar ou empregar novo vôo à procura de outra flor, geralmente em uma outra planta. Quando outra abelha se aproximava da flor anteriormente visitada, pairava no ar frente à mesma sem pousar, indicando que a flor poderia estar marcada com feromônios, e só a visitava após certo tempo. Já a espécie *X. cearensis*, não apresenta porte compatível com a morfologia da flor, porém durante a atividade de coleta de néctar ocasionalmente pode tocar as partes reprodutivas das flores.

Durante o período chuvoso, na área sem ninhos (A), observou-se que estas abelhas visitavam plantas invasoras da cultura, que estavam em floração, destacando-se *Crotalaria retusa*, *Phaseolus nathyroides* e *Dioclea grandiflora* (Leguminosae). Em área de cultivo em repouso próximo a cultura do maracujá, no horário das 14h30 às 16h, observou-se que estas abelhas estavam em intensa visitação nas flores da *C. retusa*, realizando coleta de néctar. Registraram-se visitas em 266 flores num intervalo de 90 min ($n= 10$ abelhas), permanecendo em média 5 segundos por flor. No mesmo período, na área com ninhos naturais introduzidos (B), observou-se intensa atividade de nidificação de *X. grisescens* (Figura 8). Na entrada de alguns ninhos, foi registrada a presença de serragem, indicando o aumento das galerias. Além disso, no final da tarde, algumas fêmeas apresentavam comportamento típico de busca de novos locais para nidificação, inspecionando por

meio de vôos circulares, intercalados por pousos nos troncos e início de escavação, seguidos por novos vôos ao redor de locais em potencial (Figura 8). Todavia, apesar da atividade de nidificação, poucos indivíduos visitaram as flores da cultura de maracujá nas proximidades.



Figura 8. Comportamento de nidificação de *Xylocopa grisescens*: A - inspeção do local potencial, para construção do ninho, B - vôos circulares em torno do tronco seco de umburana de cambão (*Commiphora leptophloeos*), C e D - pouso na madeira, utilizando o aparelho bucal para inspeção.

Com relação ao comportamento de visita e recurso forrageado, observaram-se diferenças entre os visitantes florais. As visitas de *A. mellifera* registradas no final da manhã, antes mesmo de se completar o processo de antese, unicamente para retirada de pólen. Na coleta de pólen, pousavam diretamente nas anteras e, com as pernas médias e posteriores, se fixavam em posição ventral em relação à antera (Figura 9a). Agarradas às tecas com os últimos pares de pernas, coletavam o pólen com o primeiro par e auxílio do aparelho bucal. Após alguns minutos de coleta, saíam da flor e, no ar ou pousadas em uma folha, realizavam movimentos de limpeza, juntando o pólen aderido ao corpo e transferindo-o para as corbículas (Figura 9b).



Figura 9. *Apis mellifera* na flor do maracujá amarelo em detalhe, o posicionamento na antera para coleta de pólen (a) e carga polínica armazenada na corbícula (b).

A comparação entre a média da carga de pólen retirada por *A. mellifera* (20 ± 20 mg) e a presente na antera de *P. edulis* ($7,8 \pm 4,1$ mg) indica que estas abelhas podem retirar, em uma única visita, o equivalente ao pólen disponibilizado por duas anteras (Figura 10).

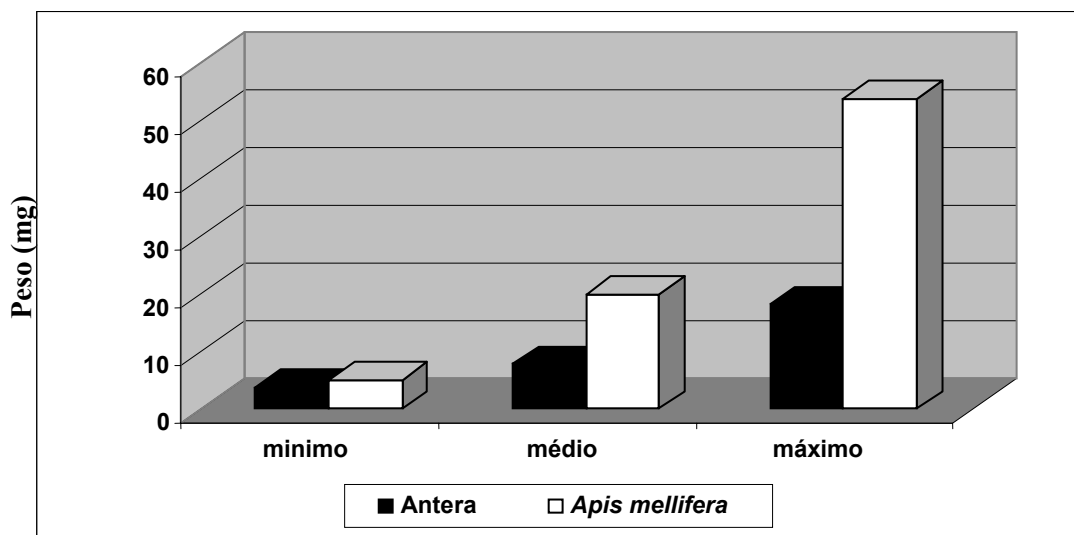


Figura 10. Comparação entre os valores mínimo, médio e máximo do peso da carga polínica de uma antera de *Passiflora edulis* e da encontrada no corpo de *Apis mellifera*.

Quanto à coleta de néctar, estas abelhas pousavam na parte inferior da flor, na região externa da câmara nectarífera, introduzindo o aparelho bucal em aberturas feitas por *T. spinipes*,

caracterizando, assim, roubo secundário de néctar, pois não tocavam os estigmas. As operárias de *T. spinipes*, apesar de serem raras, apresentaram comportamento de roubo primário de néctar, perfurando a parte externa da câmara nectarífera, em visitas ilegítimas, uma vez que não conseguem afastar o opérculo para ter acesso ao néctar e também não tocavam o estigma.

Nas observações realizadas no período chuvoso, *A. mellifera* foi responsável por 95,5% das visitas na área sem ninho (A) e 98% na área com ninhos (B) enquanto que, as abelhas do gênero *Xylocopa* foram registradas apenas na segunda área com 2% do número total de visitas. Já *T. spinipes* foi observada na área sem ninho (A) com 4,5% de frequência (Tabela 5).

Entretanto, no período seco, observou-se uma inversão em relação à frequência dos visitantes. As abelhas do gênero *Xylocopa* foram mais frequentes enquanto que, *A. mellifera* e *T. spinipes* apresentaram frequências inferiores a 1%. Nesta época do ano, *X. cearensis* foi observada, sendo responsável por 5,3% do total de visitas (Tabela 5).

Tabela 5. Visitantes florais de *P. edulis* com seus respectivos números de visitas, percentagem, classe de frequência, recurso floral utilizado e resultado da visita, nas áreas A e B no primeiro semestre de 2005 e área A no segundo de 2006. Classes de frequência: A= Abundante (> 30%), F = Frequente ($\geq 10 \leq 30\%$) e R = Raro (< 10%).

Visitantes	Área A						Área B			Recurso	Resultado da visita
	Período chuvoso			Período seco			Período chuvoso				
	Nº	%	F.	Nº	%	F.	Nº	%	F.		
<i>A. mellifera</i>	105	95,5	A	1	0,3	R	96	98	A	P/N	Furto Roubo 2 ^{ário}
<i>T. spinipes</i>	5	4,5	R	2	0,6	R	-	-	-	N	Roubo 1 ^{ário}
<i>Xylocopa</i> spp.	-	-	-	285	93,8	A	02	2	R	N	Polinizador
<i>X. cearensis</i>	-	-	-	16	5,3	R	-	-	-	N	Polinizador ocasional
Total	110	100		304	100		98	100			

P= pólen; N= néctar

Roubo primário= quando causa danos às flores, Roubo secundário= quando para coletar néctar utiliza as aberturas feitas no nectário por outra espécie, Furto= retirada dos recursos florais sem danos às flores e sem polinização (Inouye !980).

Com relação ao horário de visitas, durante o período chuvoso, verificou-se que o maior número de visitas ocorreu entre 13h e 15h, tendo como visitante mais frequente as operárias de *A.*

mellifera (Figura 11). No período seco, observou-se que as abelhas do gênero *Xylocopa* estiveram presentes em todos os horários, destacando-se, com maior frequência, no final da tarde (Figura 11).

Com relação ao tempo de permanência na flor durante a coleta, as operárias de *A.mellifera* foram as que permaneceram mais tempo, cerca de 41 segundos, seguidas por *Xylocopa* spp. com média de 21 segundos (Figura 12).

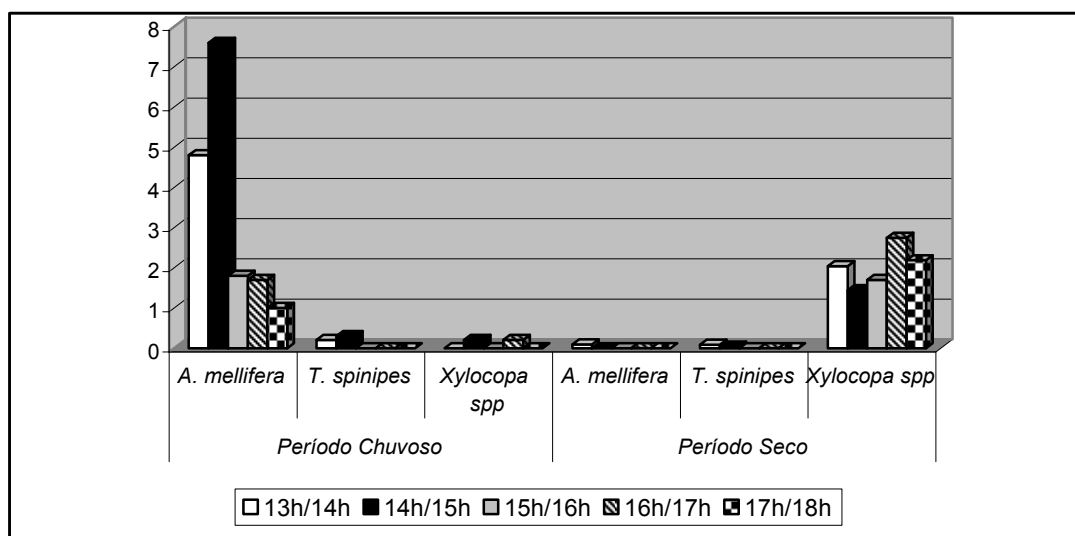


Figura 11. Número médio de visitas por intervalo de tempo, durante as estações chuvosa e seca em cultivo irrigado de *P. edulis*, no Projeto Maniçoba, Juazeiro-BA nos anos de 2005/2006.

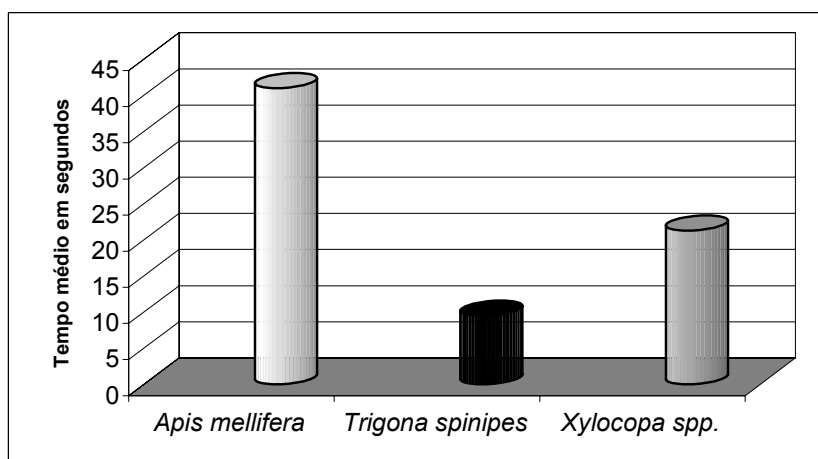


Figura 12. Tempo médio de permanência nas flores de *P. edulis* dos principais visitantes florais, em cultivo irrigado no Projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.

DISCUSSÃO

Como esperado, os resultados das polinizações controladas mostram que *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. é uma espécie auto-incompatível, sendo dependente de agentes polinizadores para sua reprodução. As flores de *P. edulis* apresentam características adaptadas à polinização por abelhas de grande porte. A distância entre a face deiscente das anteras e a corola, a forma das anteras e o fato delas serem versáteis, movimentando-se facilmente ao toque, permitem um acoplamento preciso na região dorsal de polinizadores maiores. Os estigmas, por sua vez, não apresentam movimentação, o que facilita a adesão do pólen, quando tocado pela região dorsal da abelha.

Assim, *Xylocopa grisescens* e *X. frontalis* são os polinizadores efetivos da cultura na área estudada, por apresentarem vários atributos que favorecem a polinização cruzada, tais como dimensões compatíveis com a morfologia da flor, fácil acesso ao nectário, horário de visitação compatível com a deflexão dos estiletes e elevada deposição de grãos de pólen nos estigmas. A polinização nototribica pelo pólen do dorso destas abelhas é realizada por machos e fêmeas.

As abelhas *A. mellifera* não contatam os estigmas e, ao promoverem a redução da disponibilidade de pólen, comprometem a polinização natural. Além disso, reduzem a possibilidade de visitas pelas abelhas de grande porte, uma vez que as flores que estão sendo visitadas por *A. mellifera* são evitadas por *Xylocopa*.

Trigona spinipes apresenta preferências por diferentes espécies de *Passiflora*, sendo considerada praga em algumas. Em experimento realizado na região do Semi-Árido, em Petrolina-PE, observou-se que as flores de *P. cincinnata* foram mais visitadas por elas (19,7%) do que as de *P. alata* (5%) e *P. edulis* (4,5%). Nas flores de *P. cincinnata*, estas abelhas cortavam partes florais, principalmente os filamentos da corola, deixando as flores danificadas, pouco atrativas aos polinizadores efetivos (Kiill & Siqueira 2006). Em Jaboticabal-SP, foi registrada preferência

marcante destas abelhas por *P. coccinea* em relação a outras cinco espécies de *Passiflora* (Boiça Jr. *et al.*2004).

No presente estudo, apesar da presença das duas espécies de *Xylocopa* como polinizadores efetivos, destacou-se o déficit de polinizadores observado na região, particularmente no período chuvoso. No período seco, os resultados da polinização natural (9,4%) foram expressivos quando comparados com os registrados no período chuvoso, sendo que este percentual reflete exclusivamente a ação das abelhas do gênero *Xylocopa* na polinização. Além disso, apesar do percentual ser inferior a 10%, deve-se levar em consideração que, no momento de marcação dos botões amostrados, não foi possível identificar quais apresentavam os estiletes totalmente curvos. Assim, do total amostrado, cerca de 40% das flores apresentavam estiletes sem curvatura (SC), ou parcialmente curvos (PC), as quais não são polinizadas por abelhas mesmo quando visitadas. Dessa maneira, os resultados obtidos passam a ter maior significado com relação à ação dos polinizadores, já que com o número corrigido de flores aptas à polinização, a polinização natural passa de 9,4% para 15,6%. Todavia, esses valores ainda indicam uma limitação de polinizadores, mesmo no período seco. Segundo Ruggiero (1987), taxas de frutificação para o maracujá, sob condições naturais, para serem consideradas boas, deveriam estar entre 40 a 50%. Em estudo realizado em Cruz das Almas-BA, verificou-se uma variação nas taxas de sucesso reprodutivo com a polinização natural de 11,8% a 52,3%, sendo esta quantificada três vezes, em um período de apenas quatro dias, indicando que mesmo sob condições semelhantes, o percentual de frutificação pode variar (Rojas & Medina 1996).

No período chuvoso, a influência da localização dos ninhos naturais dentro do cultivo não se mostrou relevante, uma vez que a ausência de frutificação foi observada nas duas áreas, com e sem a introdução de abelhas do gênero *Xylocopa*. Nesse período, foi registrada a atração por flores de outras espécies, tais como da família Leguminosae. Por exemplo, em estudo realizado em outra área de Caatinga em Serra Negra-RN, observou-se que plantas do gênero *Crotalaria* eram visitadas

quase que exclusivamente por *X. grisescens* (Zanella & Martins 2003). Estes dados indicam que a presença dessas plantas na cultura ou no seu entorno, deslocam o forrageio dessas abelhas, reduzindo a possibilidade de polinização nas flores do maracujá no período chuvoso.

Por outro lado, a abundância das abelhas *A. mellifera*, na estação chuvosa, está associada à intensa atividade dessas abelhas nessa estação e sua atração pelo pólen do maracujazeiro. Nesse período, as colônias de *A. mellifera* apresentam desenvolvimento populacional, necessitando de maiores quantidades de pólen.

Durante a estação seca, as abelhas do gênero *Xylocopa*, encontram na cultura do maracujá uma disponibilidade de néctar em relação à floração da caatinga e, assim, são atraídas para a área. Por outro lado, na Caatinga, as abelhas *A. mellifera*, apresentam uma redução nas suas atividades de forrageio e aprovisionamento de alimento, devido às temperaturas elevadas, baixa umidade, e menor oferta de recursos, determinando, assim, uma redução do número de visitas neste período (Zanella & Martins 2003).

A influência na disponibilidade de recursos no entorno, gera um quadro característico para a área estudada. No período seco, com a floração nativa reduzida, as espécies de *Xylocopa* encontram uma oferta alternativa de alimento na cultura, ocorrendo aumento no número de visitas. Todavia, na estação chuvosa, a vegetação nativa compete com a cultura, como também as plantas invasoras do cultivo, deslocando o forrageio dos polinizadores. Desse modo, a conservação de habitats naturais ou semi-naturais no entorno, garante a permanência dos polinizadores, disponibilizando recursos e servindo de abrigo para as abelhas. Segundo Klein *et al.* (2006), a existência dessas áreas, são de grande importância, principalmente em culturas polinizadas por um número restrito de espécies, como é o caso de *P. edulis*.

Assim, pode-se concluir que a presença dos polinizadores efetivos do maracujá amarelo, *X. grisescens* e *X. frontalis*, não está relacionada apenas à localização dos ninhos, mas também a outros aspectos da ecologia da espécie, como atratividade das plantas, a disponibilidade de recursos

e a competição entre espécies vegetais pelos polinizadores, o que demanda um manejo adequado do ambiente. Como alternativa, seria útil testar o uso de substâncias atrativas nas culturas de maracujá no período chuvoso.

Quanto ao tempo para deflexão dos estiletos que resulta na posição adequada dos estigmas, para depositar pólen na região dorsal das abelhas de grande porte, Ruggiero & Corrêa (1978) e Cereda & Urashima (1989) registraram valores de 60 a 86 min, sugerindo que essas diferenças podem ser atribuídas às condições climáticas regionais. Esta estratégia pode estar adaptada com o fluxo de pólen, uma vez que as abelhas começam a visitar as flores antes do posicionamento dos estigmas e, ao visitarem essas flores, recebem pólen de várias plantas, o que favoreceria a polinização cruzada. Assim, a eficiência da polinização das flores de *P. edulis* não está associada apenas às adaptações morfológicas das flores aos visitantes, mas também à sincronização temporal entre o horário de coleta das abelhas, abertura da flor e deflexão dos estiletos.

As flores cujos estiletos não sofrem deflexão são consideradas funcionalmente masculinas, ocorrendo também em outras espécies de *Passiflora* como, *P. foetida* (Gottsberger *et al.* 1988), *P. alata* (Varassin & Silva 1999), *P. cincinnata* (Kiill & Siqueira 2006). Em *P. cincinnata* foram registradas flores com até cinco estigmas (Kiill & Siqueira 2006). No presente estudo, as flores com quatro estigmas, mostraram-se funcionais mesmo apresentando gimnogênese secundária. Segundo Janzen (1968), citado por Koschnitzke (1993), em *Passiflora* a simetria trímica dos estigmas não é compatível com a simetria pentâmera das anteras. Na maioria das flores, um estigma não se encaixa entre duas anteras, permanecendo apoiado sobre o dorso de uma das tecas. Janzen (*op. cit.*) sugeriu hipóteses evolutivas para o aparecimento desses tipos florais.

Segundo Akamine & Girolami (1959), são necessários, no mínimo, 190 grãos de pólen, para que ocorra a polinização no maracujá amarelo. Por outro lado, Corbert & Willmer (1980) comentam que há relação direta entre o tamanho do fruto e o número de sementes com o número de grãos de pólen depositados no estigma, independentemente do número de estigmas polinizados por flor. Os

experimentos de polinização realizados neste estudo indicam que a polinização em um único estigma, independente do número de grãos depositados, pode determinar a formação de frutos, porém compromete a qualidade dos mesmos.

Os frutos produzidos a partir de flores polinizadas em quatro estigmas, apresentaram diâmetro, espessura da casca, peso e número de sementes superiores aos outros tratamentos, indicando que flores que apresentam um maior número de óvulos e que recebem um maior número de grãos de pólen distribuídos de forma homogênea nos estigmas, produzem frutos de melhor qualidade. A característica observada nestas flores, denominada de gimnogênese secundária, merecendo um estudo específico.

Agradecimentos- Ao PROBIO/MMA/GEF pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento do projeto “Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco”; ao CNPq pela concessão das bolsas de Apoio Técnico; à UNEB pela concessão de bolsa de estudo (PAC) a primeira autora e, aos produtores de maracujá do Projeto Maniçoba, pela disponibilidade da área experimental e informações concedidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAMINE, E. K. & GIROLAMI, G. 1959. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Technical Bulletin, 39, Agricultural Experiment Station, Honolulu: University of Hawaii, Hawaii 44p.
- BOIÇA JR., A. L., SANTOS, T. M. & PASSILONGO, J. 2004. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 2, p. 135-139.

- CEREDA, E. & URASHIMA, A. S. 1989. Estudo comparativo do florescimento em ramos podados e não podados no maracujazeiro *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, Fortaleza, CE. Anais....Fortaleza, CE: SBF, p.379-385.
- COBERT, S. A. & WILLMER, P. G. 1980. Pollination of the yellow passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. *Journal of Agricultural Science*, v. 95, p. 655-666.
- CODEVASF. 2005. Projeto Maniçoba, disponível no site: www.codevasf.gov.br acessado em 24.07.2005
- DAFNI, A. 1992. *Pollination ecology: a practical approach (the practical approach series)*. New York, Oxford: University press. 250p.
- DEGENER, O. 1933. Passifloraceae. In: *Flora Hawaiiensis*. Book 3.
- EMBRAPA. 2007. Dados Meteorológicos, Estação Agrometeorológica de Maniçoba, Juazeiro-BA. Disponível em www.cpatsa.embrapa.br Acesso em 02.10.2007.
- ERDTMAN, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy. II *Morina* L. with an addition on pollen morphological terminology. *Svensk Botanisk Tidskrift*, v. 39, p. 187-191.
- FREITAS, B. M. & OLIVEIRA FILHO, J. H. 2001. Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 96p. il.

- GAGLIANONE, M. C., & HOFFMANN, M. 2006. Polinizadores do maracujá-amarelo no norte fluminense. In: VII Encontro sobre Abelhas, 2006, Ribeirão Preto. Anais do VII Encontro sobre Abelhas, v. 1. p. 1-17.
- GOTTSBERGER, G., CAMARGO, J. M. F. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luiz, Maranhão, Brazil. *Botanische Jahrbücher für Systematik*, v. 109, p. 469-500.
- INOUE, D. W. 1980. The terminology of floral larceny. *Ecology*, v. 61, n. 5, pp. 1251-1253.
- KEARNS, C. A & INOUE, D. W. 1993. *Techniques for pollination biologists*. University Press of Colorado, Niwot, Colorado, USA. 559p.
- KIILL, L. H. P., SIQUEIRA, K. M. M. de, (Coord.) 2006. Diagnóstico de polinizadores no Vale do São Francisco: Estratégias de manejo de polinizadores de fruteiras no Sub-Médio do Vale do São Francisco, Petrolina: Embrapa Semi-Árido; PROBIO, CD-ROM.
- KILLIP, E. P. 1938. The American species of Passifloraceae. *Field Museum of Natural History Botanical Series* 19: 613p.
- KLEIN, A. M., VAISSIÈRE, B. E., CANE, J. H., DEWENTER, I. S., CUNNINGHAM, S. A., KREMER, C., & TSCHARNTKE, T. 2006. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 274, p. 303-313.

- KOSCHNITZKE, C. 1993. Morfologia e Biologia floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae). Dissertação de Mestrado, UNICAMP-SP, 81p.
- OLIVEIRA, P. E. 2006. Sustainable management of pollinators and passion fruit (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa* DEG.) productions in Central Brazil. In: VII Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto. Anais do VII Encontro sobre Abelhas, v. 1, p.9-10.
- RADFORD, A. E.; DICKISON, W. C.; MASSEY, J. R. & BELL, C. R. 1974. Vascular plant systematics. Harper and Row, New York, New York, USA.
- ROJAS, G. G., MEDINA, V. M. 1996. Vingamento de frutos do maracujazeiro amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 18, n. 2, p. 283-288.
- RUGGIERO, C. 1987. Tratos culturais. In: Ruggiero, C. ed. Maracujá. Ribeirão Preto, SP. p. 58-66.
- RUGGIERO, C. & CORRÊA, L. S. 1978. Propagação do maracujazeiro. In: RUGGIERO, C. (ed.). Simpósio sobre a cultura do maracujazeiro, 2. JABOTICABAL: FCAV, P. 24-29.
- SAZIMA, I. & SAZIMA, M. 1989. Mangangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). Revista Brasileira de Entomologia, v. 33, n. 1, p. 109-118.
- SEMIR, J. & BROWN JR., K. S. 1975. Maracujá: a flor da paixão. Revista Geográfica Universal 2(5): 40-47.

VARASSIN, I. G., & SILVA, A. G. 1999. A melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em vegetação de restinga. *Rodriguésia*, v. 50 (76/77), p. 5-17.

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

ZEISLER, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. *Beihfte zum Botanische Zentralblatt*, v. 58, p. 308-318.

CAPÍTULO IV

LEVANTAMENTO DE NINHOS DE *Xylocopa* EM ÁREAS DE CAATINGA PRESENTES NO ENTORNO DE CULTIVOS DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* SIMS f. *flavicarpa* DEG.)

Survey of nests of *Xylocopa* in Caatinga areas present at the surroundings of Passion fruit crops (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.)

ABSTRACT

In this work, we studied aspects of bee nesting of the genus *Xylocopa* in Caatinga areas, in the surroundings of *Passiflora edulis* crops. The work was carried out in the Projeto de Irrigação Maniçoba, in Juazeiro-BA, during 2006 and 2007. We defined three areas of Caatinga in the surroundings of the crops, one next to the river São Francisco, and among the two others, one was more preserved. The nests were located and the substrates used for nesting were identified. We also studied the spatial distribution and analyzed the pollen grains collected by the bees. The bee species registered for these areas were *X. grisescens* and *X. frontalis*. We counted 113 trees used as substrate for the nests; all of them were *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae). In the phytosociological analyses this tree species presented the largest absolute density (212,5 individuals/ha), the greater index of importance value (41,1). The distribution pattern of the *C. leptophloeos*, according to the aggregation index of Payandeh, was 2,1, being classified as aggregated. The nests were located in dead and dried branches with average diameter of $5,3 \pm 2,0$ cm (n= 43), and were in average $216,2 \pm 43,8$ cm high (n= 43). The nest entrances presented an average diameter of $1,5 \pm 0,4$ cm (n= 43). The number of nests/tree was $3,1 \pm 2,8$ (n= 113). As maximum values we registered 6,7 nests/hectare, 4,2 nests/tree and 1,1 bees/nest. The greatest bees foraging activity was in the afternoon. We saw that some bees throwed way pollen grains of *P. edulis*, which probably is not used for feeding the brood. The results indicated that there is availability of substrate for nesting in the studied areas, and therefore, this is not a limiting factor.

Key words: bees, nesting, aggregation, *Commiphora leptophloeos*

Levantamento de ninhos de *Xylocopa* em áreas de Caatinga presentes no entorno de cultivos do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.)

RESUMO

Neste trabalho, foram estudados aspectos relativos à nidificação de abelhas do gênero *Xylocopa* em áreas de Caatinga, no entorno de cultivos de *P. edulis*. O estudo foi conduzido no Projeto de Irrigação Maniçoba, em Juazeiro-BA, durante os anos de 2006/2007. Foram definidas três áreas de Caatinga no entorno dos cultivos, uma delas mais próxima do rio São Francisco e, entre as mais afastadas, uma mais conservada. Foram localizados e identificados os substratos utilizados para nidificação. Foi estudada a distribuição espacial e analisado o pólen coletado pelas abelhas. As espécies registradas nestas áreas foram *X. griseescens* e *X. frontalis*. Foram registradas 113 árvores utilizadas como substrato para os ninhos, todas de *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae). Nas análises fitossociológicas, esta espécie apresentou a maior densidade absoluta (212,5 indivíduos/ha) e o maior índice de valor de importância (41,1%). O padrão de distribuição de *C. leptophloeos*, de acordo com o índice de agregação de Payandeh, foi de 2,1, sendo classificada como agregada. Os ninhos foram localizados em galhos mortos e secos, com diâmetro médio de $5,3 \pm 2,0$ cm e altura média de $216,2 \pm 43,8$ cm. As entradas dos ninhos apresentaram um diâmetro médio de $1,5 \pm 0,4$ cm. O número de ninhos por planta foi de $3,1 \pm 2,8$. Como valores máximos, foram registrados 6,7 ninhos/hectare, 4,2 ninhos/planta e 1,1 abelhas/ninho. A maior atividade de forrageio das abelhas foi registrada no período da tarde. Registrou-se comportamento de descarte do pólen de *P. edulis*, que, provavelmente, não é utilizado na alimentação da cria. Os resultados indicam que há disponibilidade de substrato nas áreas estudadas, não sendo este um fator limitante para a nidificação dessas abelhas.

Palavras chave: abelhas, nidificação, agregação, *Commiphora leptophloeos*

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, foram descritas aproximadamente 750 espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* das quais cerca de 50 ocorrem no Brasil (Hogerdoorn 1994, Silveira *et al.* 2002) as quais estão agrupadas em 48 subgêneros (Michener 2000). As espécies desse gênero distribuem-se principalmente em regiões tropicais úmidas, tropicais secas e subtropicais, com poucas espécies nas regiões temperadas quentes (Hurd & Moure 1963, Michener 1979).

Exceto pelo subgênero *Proxylocopa*, cujas espécies nidificam no solo, a maioria das espécies de *Xylocopa* constroem seus ninhos em árvores mortas e secas, em madeira sólida sem rachaduras, orientados no sentido vertical ou horizontal e frequentemente com ramificações paralelas e uma entrada única (Gerling *et al.* 1989, Michener 2000). O comprimento, número de galerias e células é muito variável, e relacionado com a produtividade da fêmea e idade do ninho (Camillo & Garófalo 1982).

A seleção do substrato para nidificação parece estar mais relacionada com as características da planta, do que propriamente com a espécie de abelha (Anzenberger 1977). Dessa forma, os substratos são selecionados preferencialmente pela maciez, suavidade da textura e ausência de fibras fortes que dificultem sua escavação (Camillo 2003). No Brasil, as espécies de plantas registradas preferencialmente com ninhos de *Xylocopa* foram: *Eucalyptus* sp. e *Phoebe porosa* para *X. frontalis* e *X. grisescens* (Camillo & Garófalo 1982, Camillo 2003), *Agaristha resoluta* para *X. cearensis*, *X. frontalis* e *X. subcyanea* (Silva & Viana 2002), *Encholirium spectabile* para *X. abbreviata* (Ramalho *et al.* 2004).

Em área de Caatinga, os ninhos das espécies de *Xylocopa* são encontrados em árvores nativas, principalmente em ramos mortos de *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae, umburana de cambão) (Martins *et al.* 2004, Kiill & Siqueira 2006).

As abelhas *Xylocopa* são consideradas polinizadores efetivos da cultura do maracujá (Freitas & Oliveira Filho 2001, Camillo 2003). Porém, a limitação desses polinizadores nas áreas de cultivo tem elevado o custo de produção, com a utilização cada vez maior de polinização manual. Existe carência de estudos sobre a distribuição e nidificação dessas abelhas em áreas nativas. A identificação dos substratos preferencialmente utilizados nessas áreas, sua distribuição e relações com a cultura são necessários para assegurar os serviços de polinização e fornecer subsídios para manutenção e multiplicação desses agentes. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar os locais de nidificação, o substrato utilizado, a distribuição espacial dos ninhos naturais e alguns aspectos do forrageio de abelhas do gênero *Xylocopa*, em áreas de caatinga no entorno de cultivos de maracujá.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Projeto de Irrigação Maniçoba, em Juazeiro-BA (09°24"S 40°26"W), durante os anos de 2006/2007. O perímetro do projeto conta com uma área de 4.293 ha, ocupada por 234 lotes de pequenos irrigantes em 1.889 ha, e por 80 lotes de empresas com 2.379 ha (CODEVASF, 2005). No ano de 2006, o município de Juazeiro, contava com 816 ha plantados de maracujá amarelo (IBGE, 2006). O clima da região é semi-árido, com precipitação pluviométrica média anual é de 520 mm, e chuvas concentradas de novembro a abril (EMBRAPA, 2007).

Para avaliar os ninhos foram definidas três áreas, todas no entorno de cultivos de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). A escolha das áreas levou em consideração a distância em relação ao rio São Francisco, e o estado de conservação. As áreas foram delimitadas por meio de tomadas de pontos referenciais feitos por GPS, em seguida plotadas no mapa, no Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Semi-Árido. A primeira, denominada de A, ficava próximo ao rio São Francisco, apresentava vegetação do tipo caatinga arbórea aberta, e foi considerada alterada.

Esta área foi delimitada em 196 hectares. A segunda área, denominada de B, foi delimitada em 14 hectares, ficando a 10,5 km do rio e apresentava vegetação mais conservada. A terceira área, denominada de C, foi delimitada em 49 hectares e ficava a 13,5 km do rio, com fisionomia vegetacional semelhante a área A (Figura 1).

A localização dos ninhos foi realizada percorrendo-se toda área delimitada, inspecionando as árvores secas, visualmente, e com o auxílio de batidas com um cabo de ferro verificava-se a presença das abelhas. Para a coleta dos dados, foram utilizadas três pessoas num total de 40, 8 e 12 horas para as áreas A, B e C, respectivamente. Para evitar concentração em um mesmo local e facilitar a orientação foi utilizado um GPS. Foram registrados: a localização dos ninhos, a espécie vegetal no qual ele estava localizado, o número e diâmetro das entradas, o diâmetro e altura do tronco onde se encontravam os ninhos, as espécies, e o número de abelhas observadas no momento do registro.

A análise fitossociológica foi desenvolvida nas áreas A e B. Foi utilizado o método de parcelas, sendo distribuídas ao acaso oito parcelas na área A e quatro na área B, com dimensões de 10m x 20m (200m²), separadas por no mínimo 50m entre si.

A análise da estrutura da vegetação (frequência, densidade e dominância), foi realizada nos meses de setembro e outubro de 2007, sendo levantados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou maior que 3 cm. As herbáceas e lianas foram anotadas, e consideradas apenas a ocorrência. Os elementos de estrutura horizontal e vertical foram determinados, de acordo com Rodal *et al.* (1992).

Os dados das análises fitossociológicas, das áreas inventariadas e o índice de agregação de Payandeh foram obtidos pelo programa “Mata Nativa”, elaborado pela CIENTEC (2002).

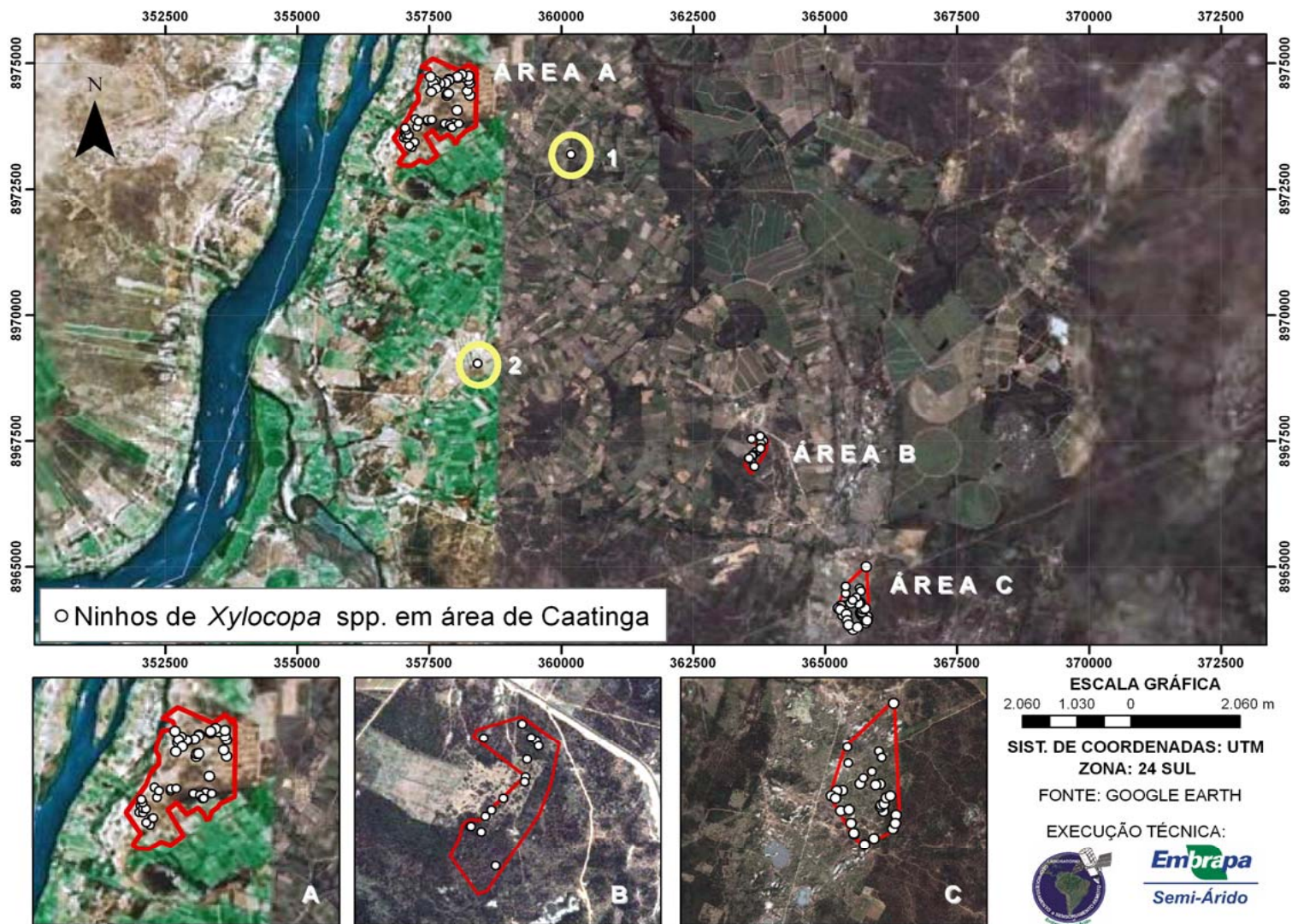


Figura 1. Projeto Maniçoba em Juazeiro-BA com a localização das áreas utilizadas para levantamento da distribuição dos ninhos de *Xylocopa* spp. (A, B e C). 1- ninho dentro do cultivo de *P. edulis*, 2- ninho na associação dos produtores rurais de Maniçoba, em zona urbana.

O estudo de comportamento de forrageio foi realizado por meio de observações cronometradas, no período das 7h às 17h, durante três dias consecutivos, em período de floração do maracujá, em ninhos dentro da cultura. Foram registrados o tempo que as fêmeas gastavam em excursões, no horário da manhã e da tarde, e o tempo que permaneciam no ninho. Também foram realizadas análises do pólen coletado na entrada dos ninhos. Cerca de 40 ninhos de *X. grisescens*, *X. frontalis* e *X. cearensis* localizados em um tronco morto de *Ficus* sp., em área urbana, na Associação dos Produtores do Projeto Maniçoba, no ano de 2007, também foram observados. As coletas do pólen foram realizadas no período da manhã e tarde, após captura das abelhas, utilizando rede entomológica e, em seguida, foi retirado o pólen das diversas partes do corpo.

RESULTADOS

Foram registradas 113 árvores utilizadas como substrato para os ninhos, todas de *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae, umburana de cambão).

Os ninhos estavam localizados em galhos mortos e secos com diâmetro médio de $5,3 \pm 2,0$ cm (n= 43), e altura média em relação ao solo de $216,2 \pm 43,8$ cm (n= 43). As entradas dos ninhos apresentaram em média $1,5 \pm 0,4$ cm (n= 43) de diâmetro (Tabela 1, Figura 2).

Tabela 1. Medidas relativas à dimensão e localização dos ninhos de *Xylocopa* spp. em galhos de *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae, umburana de cambão) no projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.

Medidas em cm (n= 43)			
	Diâmetro da entrada	Diâmetro do galho	Altura do galho em relação ao solo
Mínimo	1,1	1,6	130
Máximo	2,0	11,0	290
Média	$1,5 \pm 0,4$	$5,3 \pm 2,0$	$216,2 \pm 43,8$

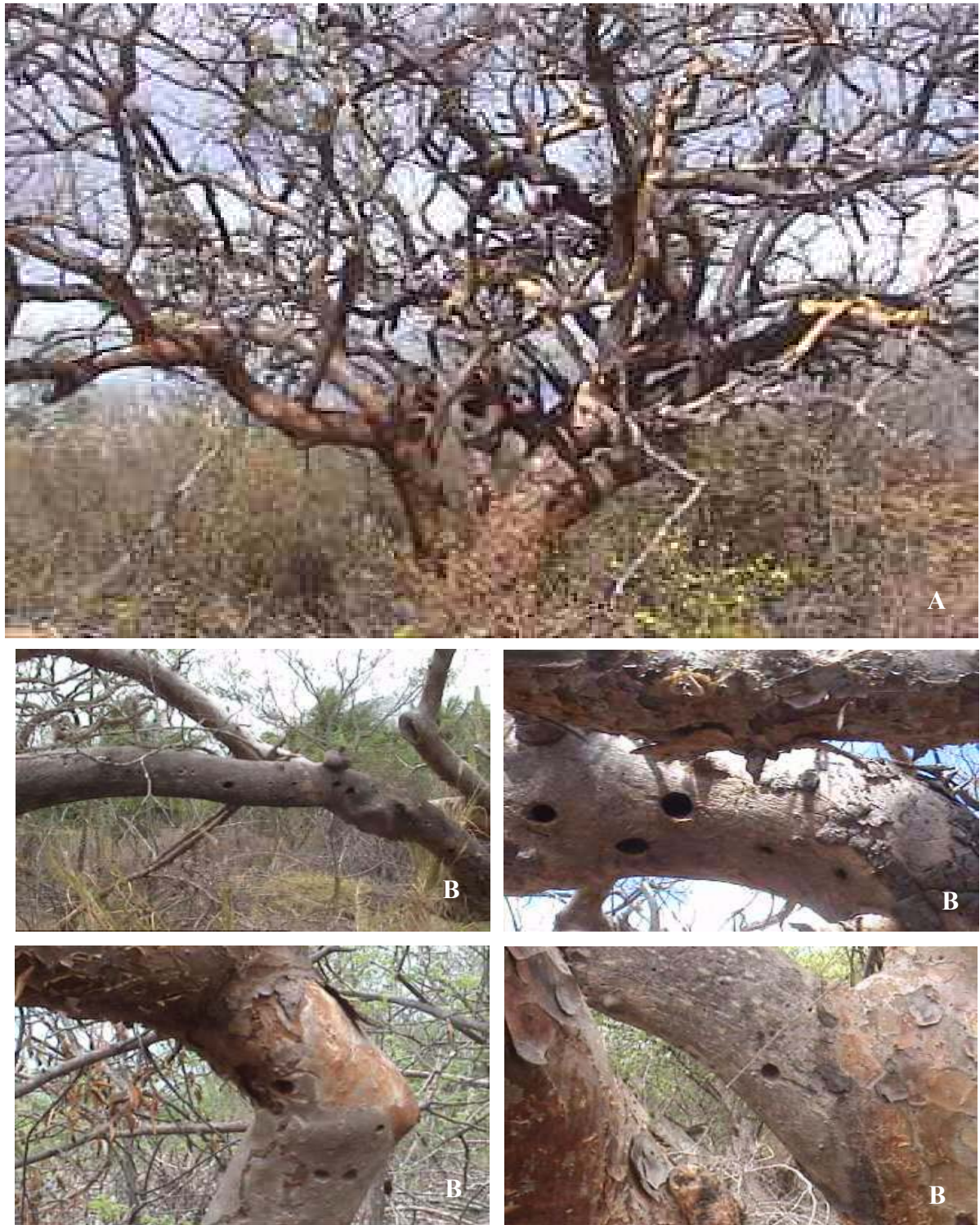


Figura 2. Vista geral de *Commiphora leptophloeos*-Burseraceae (A), em detalhe galhos com as entradas dos ninhos de *Xylocopa* spp. (B).

Nas três áreas, o número de ninhos por planta variou de 1 a 20, apresentando média de $3,1 \pm 2,8$ ($n= 113$). A maioria dos ninhos estavam localizados em árvores contendo 1 a 3 ninhos e em galhos com 3 a 5 cm de diâmetro (Figuras 3 e 4). Embora, galhos com diâmetros maiores que 5 cm também tenham sido bastante utilizados.

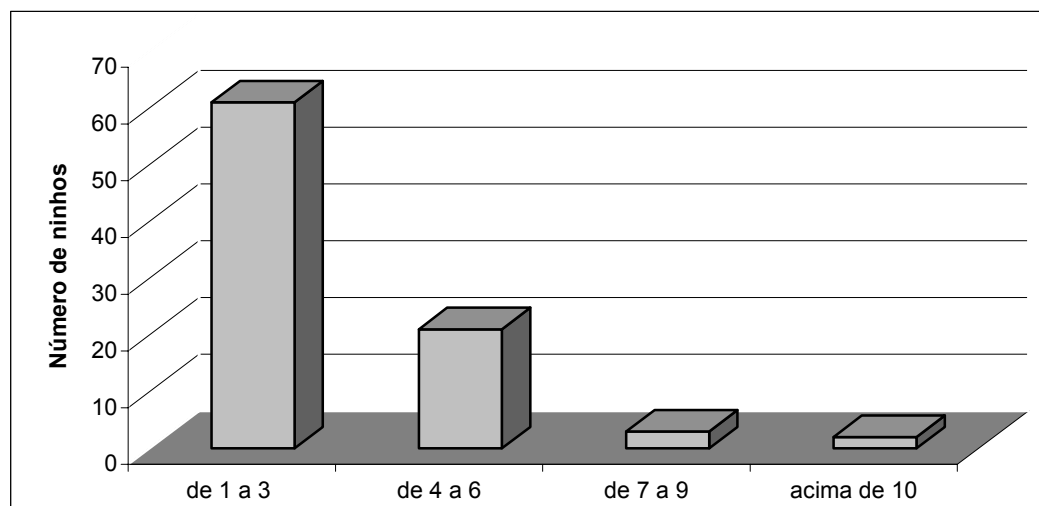


Figura 3. Frequência do número de ninhos de *Xylocopa* spp., por classe de frequência do número de ninhos por planta de *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae), em áreas de caatinga conservada e degradada, no projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.

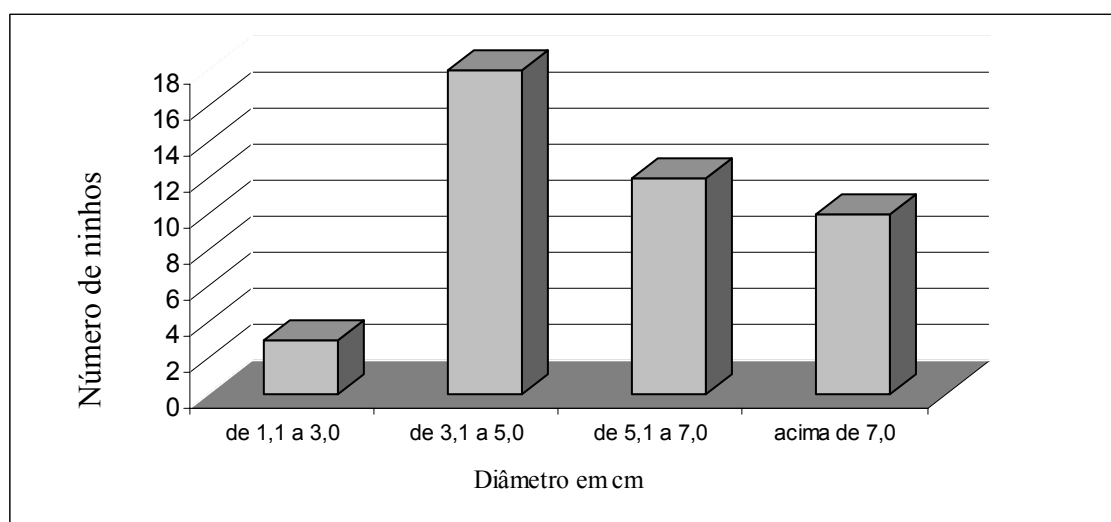


Figura 4. Frequência de ninhos por classe de diâmetro do galho de *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae) utilizado para nidificação de *Xylocopa* spp., em áreas de caatinga conservada e degradada, no projeto Maniçoba, Juazeiro-BA.

Na área A, foram registradas 75 árvores de *C. leptophloeos* com ninhos de mamangava. Nessa área, o número total de indivíduos registrados foi de 186 perfazendo uma relação de 1 abelha/ninho, 2,4 ninhos/árvore com ninho, e 0,9 ninhos/hectare (Tabela 2, Figura 1). Na mesma área, foram registrados, três ninhos de mandaçaia (*Melipona mandacaia* Smith., 1863), sendo dois em *C. leptophloeos* e um em *Pseudobombax simplicifolium* (Bombacaceae). Algumas plantas, por estarem muito próximas umas das outras, ficaram com a localização sobreposta no mapa na área B, foram registradas 22 árvores com 94 ninhos, com um total de 95 abelhas, e uma relação de 1 abelha/ninho, 4,2 ninhos/árvore, e 6,7 ninhos/hectare. Na área C, foram registradas 16 árvores com 44 ninhos e 39 abelhas, e uma relação de 0,9 abelha/ninho, 2,7 ninhos/árvore, e 0,9 ninhos/hectare (Tabela 2).

Tabela 2. Número de ninhos e abelhas *Xylocopa* spp. em três áreas de Caatinga, localizados no entorno da cultura de *Passiflora edulis*, no Projeto de Irrigação, Maniçoba, em Juazeiro-BA.

Características registradas	Área A (degradada)	Área B (conservada)	Área C (degradada)
Tamanho da área (ha)	196	14	49
No. de árvores registradas com ninhos	75	22	16
No. de ninhos	180	94	44
Ninhos de <i>X. grisescens</i>	108	56	26
Ninhos de <i>X. frontalis</i>	72	38	18
Abelhas por ninho	1,0	1,0	0,9
Ninhos/árvore	2,4	4,2	2,7
Ninhos/hectare	0,9	6,7	0,9
Relação abelha/árvore	2,4	4,3	2,4
No. de fêmeas de <i>X. grisescens</i>	117	56	23
No. de fêmeas de <i>X. frontalis</i>	63	31	13
No. total de fêmeas registradas	180	87	36
No. de machos registrados	6	8	3
Total de abelhas	186	95	39

Na área A, foram registradas 32 espécies de plantas, pertencentes a 28 gêneros e 19 famílias botânicas, entre indivíduos arbustivos, arbóreos, lianas e herbáceos. A flora da área B apresentou 21 espécies, pertencentes a 20 gêneros e 12 famílias botânicas (Figura 5).

Quanto às espécies do estrato arbóreo arbustivo, os dados referentes à densidade absoluta e índice de valor de importância, encontram-se nas tabelas 3 e 4 para as áreas A e B, respectivamente. Nas duas áreas, *C. leptophloeos* foi a espécie que obteve o maior índice de valor de importância. A distribuição espacial foi obtida pelo índice de agregação de Payandeh, sendo o resultado obtido de $P_i = 2,18$, classificada como agrupada ou agregada ($P_i < 1$ a distribuição aleatória ou não-agrupamento; $1 \leq P_i \leq 1,5$ apresenta tendências ao agrupamento, e $P_i > 1,5$ é distribuição agregada ou agrupada).

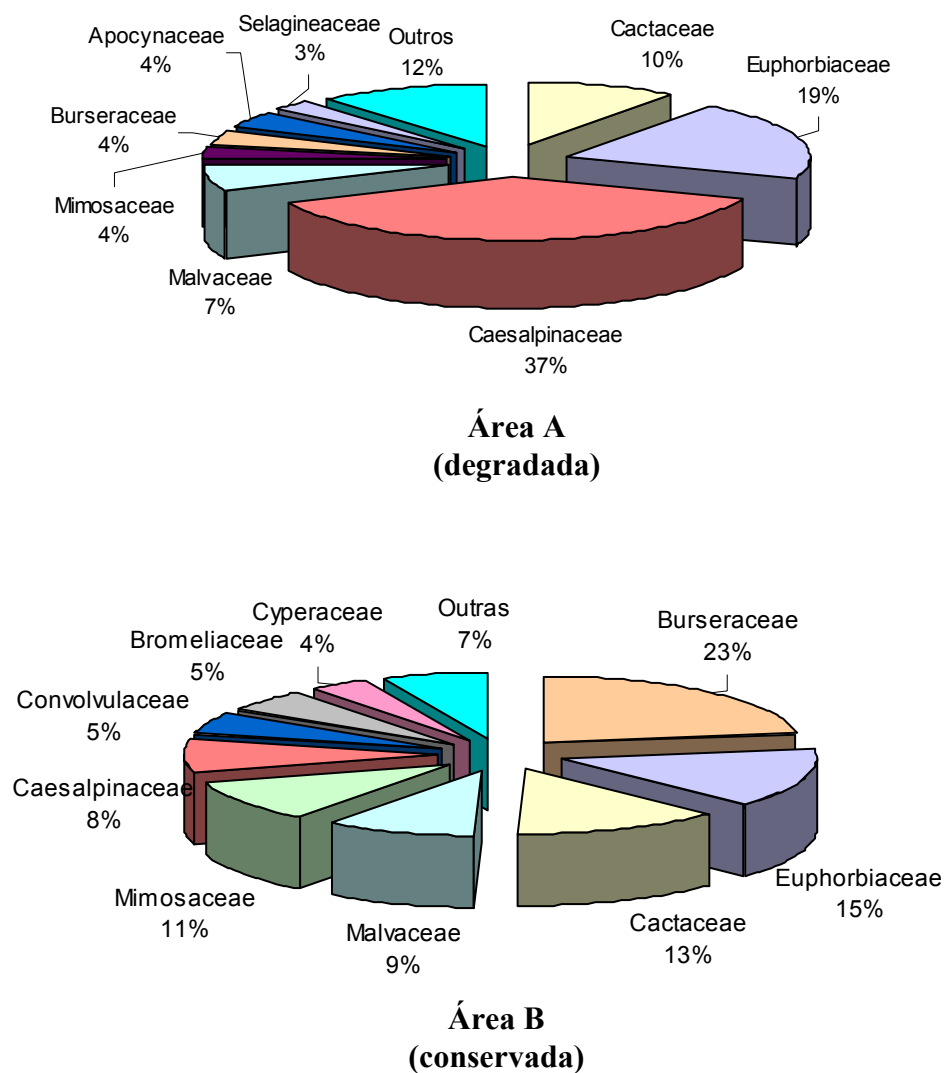


Figura 5. Principais famílias e respectivos percentuais relativos aos números de indivíduos inventariados nas áreas de caatinga, no entorno dos cultivos de *Passiflora edulis*, no projeto Maniçoba, JuazeiroBA

Tabela 3. Valores dos parâmetros fitossociológicos das espécies registradas na área A (degradada), com destaque para *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B., no Projeto Maniçoba, em Juazeiro-BA.

Nome científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI (%)
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.	43,75	4,93	62,5	4,9	4,482	49,86	59,689	19,9
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>	106,25	11,97	100	7,84	1,216	13,52	33,339	11,11
<i>Caesalpinia microphylla</i> Mart. ex G. Don	118,75	13,38	62,5	4,9	0,298	3,32	21,598	7,2
<i>Spondias tuberosa</i>	18,75	2,11	37,5	2,94	1,177	13,09	18,142	6,05
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	12,5	1,41	25	1,96	1,042	11,59	14,957	4,99
<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl.) Baill	50	5,63	100	7,84	0	0	13,477	4,49
<i>Herissanthia crispa</i> (L.) Briz.	50	5,63	100	7,84	0	0	13,477	4,49
<i>Jatopha molissima</i> (Pohl) Baill	62,5	7,04	62,5	4,9	0,076	0,85	12,794	4,26
<i>Melocactus bahiensis</i> (Br. et Rose) Werdem.	43,75	4,93	87,5	6,86	0	0	11,792	3,93
<i>Opuntia inamoema</i> K. Schum	43,75	4,93	87,5	6,86	0	0	11,792	3,93
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd) Poir	43,75	4,93	50	3,92	0,223	2,49	11,336	3,78
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	50	5,63	25	1,96	0,173	1,92	9,517	3,17
<i>Selaginella convoluta</i> Spring	31,25	3,52	62,5	4,9	0	0	8,423	2,81
<i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byl. et. Rowl.	25	2,82	50	3,92	0	0	6,738	2,25
<i>Neoglaziovia variegata</i>	25	2,82	50	3,92	0	0	6,738	2,25
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	25	2,82	37,5	2,94	0,018	0,2	5,955	1,98
<i>Croton aryensis</i> CF.	18,75	2,11	37,5	2,94	0	0	5,054	1,68
<i>Cyperus cf. aristatus</i> Rottb.	12,5	1,41	25	1,96	0	0	3,369	1,12
<i>Lippia microphylla</i> Cham.	12,5	1,41	25	1,96	0	0	3,369	1,12
<i>Melochia tomentosa</i> L.	12,5	1,41	25	1,96	0	0	3,369	1,12
<i>Auxemma oncocalyx</i> Taub.	6,25	0,7	12,5	0,98	0,146	1,62	3,305	1,1
<i>Amburana cearensis</i>	6,25	0,7	12,5	0,98	0,135	1,5	3,189	1,06
<i>Erytroxylum nummularia</i> Peyritsch	6,25	0,7	12,5	0,98	0,004	0,05	1,734	0,58
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arth.	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Herissanthia tiubae</i> (K. Schum)	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56

Continuação

Nome científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI(%)
<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Ipomea brasilica</i> (Choisy) Meisn	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. Ex Schult	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Croton conduplicatus</i> Kunth	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Opuntia palmatora</i>	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Arrojadoa rhodantha</i>	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Solanum chaetacanthum</i>	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
<i>Gomphrena</i> sp.	6,25	0,7	12,5	0,98	0	0	1,685	0,56
Total	887,5	100	1275	100	8,991	100	300	100

DA= densidade absoluta em número de indivíduos, DR= densidade relativa em %, FA= frequência absoluta em %, FR= frequência relativa em %, DoA= dominância absoluta em m²/ha, DoR= dominância relativa em %, VI= valor de importância em %, e VI%= valor de importância relativo em %.

Tabela 4. Valores dos parâmetros fitossociológicos das espécies registradas na área B (conservada), com destaque para *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B., no Projeto maniçoba, em Juazeiro-BA.

Nome científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI (%)
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.	212,5	22,67	100	7,55	13,562	93,34	123,555	41,18
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd) Poir	100	10,67	75	5,66	0,273	1,88	18,203	6,07
<i>Ipomea brasílica</i> (Choisy) Meisn	50	5,33	100	7,55	0	0	12,881	4,29
<i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg.	50	5,33	100	7,55	0	0	12,881	4,29
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr	50	5,33	100	7,55	0	0	12,881	4,29
<i>Caesalpinia microphylla</i> Mart. ex G. Don	62,5	6,67	50	3,77	0,081	0,56	10,996	3,67
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	25	2,67	50	3,77	0,486	3,35	9,788	3,26
<i>Cyperus cf. aristatus</i> Rottb.	37,5	4	75	5,66	0	0	9,66	3,22
<i>Herissanthia crispa</i> (L.) Briz.	37,5	4	75	5,66	0	0	9,66	3,22
<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl.) Baill	37,5	4	75	5,66	0	0	9,66	3,22
<i>Melocactus bahiensis</i> (Br. et Rose) Werdem.	37,5	4	75	5,66	0	0	9,66	3,22
<i>Opuntia inamoema</i> K. Schum	37,5	4	75	5,66	0	0	9,66	3,22
<i>Jatopha molissima</i> (Pohl.) Baill	25	2,67	50	3,77	0,016	0,11	6,548	2,18
<i>Aristidia setifolia</i> Kunt.	25	2,67	50	3,77	0	0	6,44	2,15
<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. Ex Schult	25	2,67	50	3,77	0	0	6,44	2,15
<i>Mirabella</i> sp.	25	2,67	50	3,77	0	0	6,44	2,15
<i>Neoglaziovia variegata</i>	25	2,67	50	3,77	0	0	6,44	2,15
<i>Pilosocereus gounelli</i> (Weber) Byl. et. Rowl.	25	2,67	50	3,77	0	0	6,44	2,15
<i>Sapium lanceolatum</i>	25	2,67	25	1,89	0,112	0,77	5,324	1,77
<i>Cassia</i> sp.	12,5	1,33	25	1,89	0	0	3,22	1,07
<i>Cissus simpiana</i>	12,5	1,33	25	1,89	0	0	3,22	1,07
	937,5	100	1325	100	14,53	100	300	100

DA= densidade absoluta em número de indivíduos, DR= densidade relativa em %, FA= frequência absoluta em %, FR= frequência relativa em %, DoA= dominância absoluta em m²/ha, DoR= dominância relativa em %, VI= valor de importância em %, e VI%= valor de importância relativo em %.

As observações realizadas em sete ninhos, instalados em um poste de madeira, dentro da área de cultivo, revelou que as abelhas são mais ativas externamente no horário da tarde, gastando em média 17 min (n= 10) e 25 min no horário da manhã (n= 5). O tempo gasto dentro do ninho, se estendeu por até três horas consecutivas (n= 9). Durante as observações registrou-se (n= 7) que algumas abelhas ao chegarem ao ninho com uma massa de grãos de pólen aderidos a região dorsal do tórax, realizavam o comportamento de limpeza, jogando, logo em seguida, o pólen para fora do ninho. Este pólen foi coletado e a análise revelou que mais de 80% eram grãos de pólen de *P. edulis* (Tabela 5).

Tabela 5. Percentuais de grãos de pólen de *P.edulis*, jogados para fora dos ninhos de *Xylocopa* spp.

Lâmina	Grãos de pólen de <i>P. edulis</i> (%)	Outras espécies (%)
1	88,2	11,7
2	89,7	10,3
3	93,3	6,6
4	88,0	11,1
5	88,0	11,9
6	94,6	5,4
7	46,2	53,8
Média	84,0	15,8

Com relação aos ninhos localizados na área urbana, dados semelhantes foram registrados quanto à ocorrência de maior atividade no horário da tarde, com tempo médio de excursão de 38 min (n= 5) e de 90 min no horário da manhã (n= 7). A análise dos grãos de pólen retirados do corpo dessas abelhas revelou que, no horário da manhã, essas abelhas visitaram três espécies de plantas. No horário da tarde, foi registrado o forrageio de pólen em 1 a 2 espécies, porém observou-se a presença de grãos de pólen

de maracujá. Em duas amostras analisadas, o percentual de pólen de maracujá foi de 100% (Tabela 6).

A análise dos grãos de pólen, retirados do corpo dessas abelhas revelou que no horário da manhã, essas abelhas visitaram três tipos diferentes de plantas. No horário da tarde, dados semelhantes foram registrados, observando-se a presença de grãos de pólen de maracujá. Em três amostras analisadas, o percentual de pólen de maracujá foi de 100% (Tabela 6).

Tabela 6. Período, localização e percentuais de grãos de pólen, retirados de fêmeas de *X. grisescens* e *X. frontalis*, nidificantes, localizados dentro do cultivo de *P. edulis*.

Manhã	Espécies de <i>Xylocopa</i>	Localização dos grãos de pólen	Grãos de pólen de <i>P. edulis</i> (%)	Pólen de outras espécies (%)	Tipos de pólen diferentes de <i>P. edulis</i> (%)
1	<i>X. grisescens</i>	Região dorsal do metassoma e do mesossoma	0	100	A (2%) B (98%)
2	<i>X. grisescens</i>	Metassoma, escopa e região ventral do metassoma e mesossoma	0	100	A
3	<i>X. grisescens</i>	Escopa, metassoma	0	100	B (2,6%) D (97,4%)
4	<i>X. grisescens</i>	Escopa e região ventral do metassoma	0	100	A (9,3%) D (90,7%)
5	<i>X. grisescens</i>	Escopa	0	100	A (8%) C (92%)
6	<i>X. frontalis</i>	Escopa	0	100	A (22,3%) B (34,7%) E (43%)
Tarde					
1	<i>X. grisescens</i>	Região dorsal do metassoma e escopa	1	99,0	D
2	<i>X. grisescens</i>	Região dorsal do metassoma e cabeça	3,3	96,0	E
3	<i>X. grisescens</i>	Região dorsal do metassoma	100	0	-
4	<i>X. grisescens</i>	Região dorsal do metassoma	42,4	57,6	A (12%) D (45,6%)
5	<i>X. grisescens</i>	Região dorsal do metassoma	33,4	66,6	D
6	<i>X. frontalis</i>	Região dorsal do metassoma	92,3	7,7	E
7	<i>X. frontalis</i>	Região dorsal do metassoma	100	0	0
8	<i>X. frontalis</i>	Escopa	0	100	D

O substrato utilizado na área urbana, foi um tronco de *Ficus* sp., morto, em estado avançado de apodrecimento, localizado dentro do prédio da Associação de

Produtores. Neste tronco, foram registrados 40 ninhos de *X. grisescens*, *X. frontalis* e *X. cearensis*. Algumas das entradas eram compartilhadas, enquanto que outras eram defendidas por uma fêmea guardiã, impedindo que outra entrasse. Este comportamento determinava que a fêmea estranha ao ninho, ao retornar, permanecesse voando por alguns minutos ao redor do tronco, realizando vôos em direção à entrada, sendo constantemente repelida de forma agressiva pela fêmea de guarda. Foi registrado, durante o período de observação, o retorno de fêmeas apresentando sinais de desorientação no vôo, em seguida, caindo no solo e permanecendo assim, sem conseguir levantar vôo (n= 4).

DISCUSSÃO

Em relação ao substrato utilizado, as espécies aqui estudadas, apresentaram preferência semelhante àquelas registradas em outros trabalhos, ou seja, madeira morta, de consistência leve e fácil para escavações (Camillo & Garófalo 1982, Silva & Viana 2002). O fato de apresentarem estas características e, ainda, a disponibilidade de *C. leptophloeos* nas áreas deve ser o fator responsável pela preferência por esta planta, indicando a sua importância para a manutenção e nidificação das espécies de *Xylocopa* no entorno dos cultivos.

Na região, existe uma procura muito intensa por esta árvore, que é utilizada pelos artesões locais para fabricação de carrancas, outras peças artesanais, além de uso medicinal. O extrativismo coloca em risco a disponibilidade deste substrato, não só para a nidificação das abelhas do gênero *Xylocopa*, como também de espécies de abelhas sem ferrão (Meliponina) nativas (Martins *et al.* 2004).

Os estudos fitossociológicos mostraram que a densidade absoluta de *C. leptophloeos*, registrada na área B (conservada), foi muito superior à registrada na área

A (degradada). Quanto ao índice de valor de importância (IVI) esta espécie se destacou nas duas áreas, sendo responsável pelos maiores valores. Estes resultados confirmam a importância dessa espécie nas áreas inventariadas. Segundo Drumond *et al.* (2002), em estudo realizado em área de Caatinga em Petrolina-PE, município vizinho, esta espécie obteve uma densidade de 19,5 ind/ha, bem inferior à registrada neste trabalho. A oferta de substratos nas áreas, principalmente na área considerada conservada, é significativa, indicando que a disponibilidade de substrato não deve ser um fator limitante para a nidificação das espécies de *Xylocopa* nas áreas. Provavelmente, a disponibilidade de recursos florais, associados à alta sazonalidade das chuvas, represente um fator limitador do desenvolvimento populacional das espécies de abelhas do semi-árido nordestino (Zanella & Martins 2003).

Levando em consideração a densidade registrada na área B (212 plantas/ha, e de 4,2 ninhos por planta), podemos concluir que, mantida esta proporção, deveriam haver mais de 800 ninhos/ha. Esta informação, junto com a distribuição espacial no mapa, mostra que, *C. leptophloeos* apresentar-se agregada, os dados do número de abelhas por árvore também sugerem que os ninhos tendem a estar concentrados em algumas árvores, e em pontos específicos de cada área. Isso também deve estar relacionado ao processo de reativação dos ninhos e filopatria de algumas espécies (Camilo & Garófalo 1989, Hogendoorn & Velthuis 1993). Dados semelhantes foram registrados por Silva & Viana (2002), que concluíram que a distribuição dos ninhos de *Xylocopa*, estava relacionada à agregação dos substratos. Além disso, existe uma indicação de que esta distribuição agregada seja determinada não só pela disponibilidade de substrato, mas também, pela presença de ninhos parentais bem sucedidos e por atrativos químicos (Gerling *et al.* 1989).

A densidade de substrato disponível e de ninhos registrados nas áreas inventariadas foi muito superior àquela registrada em área de dunas litorâneas na Bahia, de 12,4/ha e 4,4/ha, respectivamente (Silva & Viana 2002). Além disso, o número de abelhas por ninho (cerca de 1) nas três áreas, pode estar subestimado, devido a metodologia utilizada de bater nos troncos não garantir que todas as abelhas voassem, e ainda a possibilidade de que algumas estivessem em forrageio, registrando-se assim, a presença de poucos indivíduos nos ninhos. Outro ponto a considerar é que embora possa ocorrer mais de uma fêmea por ninho, nesse caso as fêmeas poderiam ser imaturas ou jovens, ainda na fase de receber alimentação da genitora (Velthuis 1987, Roubik 1989).

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que as áreas A e C apresentaram valores semelhantes em relação ao número de ninhos por hectare e por árvore (Tabela 2), mesmo estando localizadas a diferentes distâncias da margem do rio. Por outro lado, a área B, mais conservada, apresentou altos valores do número de ninhos por hectare e por árvore, fato que reforça a influência da oferta de substrato na nidificação dessas abelhas.

Estudos têm revelado uma relação significativa entre a disponibilidade de vegetação nativa ao redor dos cultivos e a abundância e diversidade dos visitantes (Kremen *et al.* 2002, Goulson 2003, Klein *et al.* 2003, Dewenter & Tschardtke 1999). No mapa do Projeto Maniçoba (Figura 1)-observa-se que as áreas nativas se distribuem como fragmentos no entorno dos cultivos. Porém não existe nenhum manejo dessas áreas, ou do agroecossistema como um todo, que propiciem a conservação e multiplicação dos agentes prestadores dos serviços de polinização. Além disso, o tipo convencional de cultivo, que inclui o uso de agroquímicos, sem monitoramento, implica na possibilidade de intoxicação dos visitantes florais, como provavelmente foi registrado neste estudo.

Quanto às características dos ninhos, os dados obtidos foram compatíveis com os registrados por Camillo & Garófalo (1982). As entradas apresentaram-se arredondadas, em posição inclinada ou frontal em relação ao solo, de forma a impedir a entrada de água. O número médio de ninhos por substrato, pode estar relacionado ao tamanho dos galhos, que apresentaram diâmetro médio pequeno, o que não parece ser obstáculo à construção do ninho, porém limita o número de ninhos por tronco. A variação na altura dos ninhos que chegou a 2,90 m foi superior à registrada por Silva & Viana (2002) em área de dunas.

A maior concentração de ninhos registrados em um único tronco foi observada em *Ficus* sp., em área urbana. O tronco apresentava 35 cm de diâmetro, o que possivelmente deve ter contribuído para a escavação de um número maior de galerias, e conseqüente reutilização e ampliação por parte das fêmeas jovens (Roubik 1989). O comportamento agressivo observado entre fêmeas de ninhos próximos, pode estar relacionado com o número excessivo de ninhos.

As observações realizadas nos ninhos dentro do cultivo revelaram que, apesar da grande quantidade de pólen de *P. edulis*, transportado passivamente após a coleta de néctar, este é descartado para fora do ninho. Este comportamento também foi registrado por Cobert & Wilmer (1980) em *X. mordax*, em plantações de *P. edulis*. Os autores destacam ainda que, em geral, o pólen utilizado para a alimentação das larvas é aquele transportado nas escopas. Nas nossas observações, a coleta de pólen por *X. grisescens* e *X. frontalis*, ocorreu principalmente no período da manhã, quando predominou o transporte de pólen nas pernas posteriores, sem pólen de *P. edulis*. No período da tarde, as abelhas coletaram principalmente néctar, transportando passivamente altos percentuais de pólen de *P. edulis* na região dorsal do mesossoma (Tabela 4).

A coleta de néctar nas flores de *P. edulis*, foi registrada durante as observações realizadas nos locais de nidificação dentro do cultivo. Nesses, registrou-se mais excursões de forrageio dessas abelhas no horário da tarde quando as mesmas chegavam das coletas com pólen de *P. edulis* aderido na região dorsal do tórax. Nos ninhos que estavam localizados na zona urbana, as abelhas gastaram mais tempo nas excursões de forrageio, tanto no horário da manhã como no da tarde. Neste local, a área de cultivo de *P. edulis*, mais próxima, ficava a 4,6 km dos ninhos. Segundo Roubik (1989), algumas fêmeas de *Xylocopa* têm um alcance de vôo de até 20 km, sendo que a área de forrageio estaria entre 6,7 e 10 km. Assim, no caso dos ninhos estudados na área urbana, o maior tempo gasto nas excursões estaria relacionado com a distância dos cultivos. Sabe-se que existe uma correlação positiva entre o tamanho do corpo das abelhas e a distância de forrageio (Dewenter & Tschardt 1999). Esses autores comentam que as abelhas de grande porte, por apresentarem maior capacidade de vôo, só apresentam redução nas suas atividades quando os fragmentos com vegetação nativa ou semi-nativa estão muito distantes. Desse modo, os fragmentos de caatinga, no entorno dos cultivos, potencialmente podem disponibilizar os serviços de polinização em todos os lotes do projeto.

Em estudo realizado por Cobert & Wilmer (1980), a quantidade de néctar coletado por *X. mordax*, nas flores de *P. edulis*, foi de no máximo 80% da quantidade disponível no nectário, cuja média foi 60 μ L. Este volume foi inferior ao encontrado na região do vale do Submédio São Francisco, que apresentou uma média de 100 μ L e 47°brix (Kiill & Siqueira 2006). Esta grande quantidade de néctar por flor, além de fornecer uma quantidade equivalente a 25,62 mg de açúcares (Dafni *et al.* 2005), reduz as necessidades de água, muito importante em abelhas de grande porte (Cobert & Wilmer 1980).

Assim, apesar dos cultivos de *P. edulis*, fornecerem uma abundância de néctar para as abelhas, durante grande parte do ano, e da disponibilidade de substrato para nidificação no entorno dos cultivos, estas abelhas, por serem generalistas, necessitam de uma ampla variedade de tipos florais que garantam as suas necessidades de pólen. Nesse sentido, os fragmentos de Caatinga, necessitam de medidas urgentes que garantam a sua conservação e monitoramento, para que a disponibilidade do principal substrato de nidificação das abelhas, *C. leptophloeos* considerada imune ao corte (Recomendação GT- Caatinga nº01, de 30 de agosto de 2006), não seja ameaçada, colocando em risco as populações desses importantes visitantes florais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANZENBERGER, G. 1977. Ethological study of African carpenter bee of the genus *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae). *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, v. 44, p. 337-374.
- CAMILLO, E. 2003. Polinização do maracujá. Ribeirão Preto: Holos, Editora.
- CAMILLO, E. & GARÓFALO, C. A. 1982. On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa griseescens*(Lepelletier) in southern Brazil. 1- Nest Construction and biological cycle. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 42, n. 3, p. 571-582.
- CAMILLO, E. & GARÓFALO, C. A. 1989. Social organization in reactivated nests of three species of *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) en Southeastern Brasil. *Insectes Sociaux, Germany*, v. 36, p. 92-105.

CIENTEC. 2002. Consultoria e desenvolvimento de sistemas Ltda. Mata Ciliar – Sistema para análise fitossociológica e elaboração de plano de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG. CD-ROM.

COBERT, S. A. & WILLMER, P. G. 1980. Pollination of the yellow passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 95, p. 655-666.

CODEVASF. 2005. Projeto Maniçoba, disponível no site: www.codevasf.gov.br
Acesso em 24.07.2005

DAFNI, A. KEVAN, P. G. & HUSBAND, B. C. 2005. *Practical pollination biology*. Enviroquest, Ltda: Cambridge, Ontario.

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

DRUMOND, M. A., KIILL, L. H. P. & NASCIMENTO, C. E. 2002. Inventário e sociabilidade de espécies arbóreas e arbustivas da caatinga na região de Petrolina, Pe. *Brasil Florestal*, n. 74, p. 37-43.

EMBRAPA. 2007. Dados meteorológicos, Estação Agrometeorológica de Mandacaru, Juazeiro-BA. Disponível em www.cpatsa.embrapa.br Acesso em: 02.10.2007.

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

GERLING, D., VELTHUIS, H. H. W. & HEFETZ, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. *Annual Review of Entomology*, v. 34, p. 163-190.

GOULSON, D. 2003. Conserving wild bees for crop pollination. *Food, Agriculture & Environment*, v. 1, n. 1, p. 142-144.

HOGENDOORN, K. 1994. Socio-economics of the carpenter bee *Xylocopa pubescens*. Dissertação. Universidade de Utrecht.

HOGENDOORN, K. & VELTHUIS, H. 1993. The sociality of *Xylocopa pubescens*: does a helper really help? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 32, p. 247-257.

HURD, P. H. & MOURE, J. S. 1963. A classification of the large carpenter bee (Xylocopine). *University of California Publications in Entomology*, v. 29, p. 1-365.

IBGE. 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Produção Agrícola Municipal, 2006, disponível no site: www.ibge.gov.br consultado em 14.07.2007.

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

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

KREMEN, C. WILLIAMS N. M. & THORP, R. W. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 99 n. 26.

MARTINS, C. F., LAURINO, M. C., KOEDAM, D. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2004. Tree species used for nidification by stingless bees in the Brazilian Caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). *Biota Neotropica*, v. 4, n. 2.

MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 66, p. 277-347.

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

RODAL, M. J. N., SAMPAIO, E. V. S. B. & FIGUEIREDO, M. A. 1992. Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico- Ecosistema caatinga. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil. 24p.

ROUBIK, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, Cambridge. 514p.

SILVA, F. O. & VIANA, B. F. 2002. Distribuição de ninhos de abelhas *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) em uma área de dunas litorâneas. Neotropical Entomology, v. 31, n. 4, p. 661-664.

SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R & ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Fundação Araucária. 253 p.

RAMALHO, M., BATISTA, M. A. & SILVA, M. 2004. *Xylocopa* (*Monoxylocopa*) *abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) and *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae): a tight association at the semi-arid of Brasil. Neotropical Entomology, v. 33, n. 4.

VELTHUIS, H. H. W. 1987. The evolution of sociality: ultimate and proximate factors leading to primitive social behavior in carpenter bees. Behavior in social insects. Experientia Supplementum, v. 54, p. 405-430.

ZANELLA, F. C. V., & MARTINS, C. F. 2003. Abelhas da Caatinga: Biogeografia, Ecologia e Conservação. In: Leal, I.R.; Tabarell, M.; Silva, J.M.C.. (Org.).

Ecologia e Conservação da Caatinga. CDD 5745265. Recife: Editora
Universitária, UFPE, p. 75-134.

CAPÍTULO V

ESTUDO COMPARATIVO DA POLINIZAÇÃO EM VARIETADES DE ACEROLEIRAS (*Malpighia emarginata* DC.), NA REGIÃO DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Comparative study of pollination in varieties of ‘aceloreiras’ (*Malpighia emarginata* DC.) in the region of Submédio São Francisco Valey**ABSTRACT**

The objective of this work was to study comparatively the floral biology, the effective pollinators and their patterns of visitation to the flowers, the reproductive system, and the contribution of pollination for the success of the culture, in three varieties of *Malpighia emarginata* (DC.) (Flor Branca, Sertaneja and Okinawa). The plants were placed in the irrigation Project ‘Senador Nilo Coelho’, in Petrolina-PE, and they were studied during the years of 2006 to 2007. The number of elaiophores varied among the varieties and individuals. The floral anthesis was diurnal and the start between 4:30 and 5a.m., and at this moment the pollen grains were already available and the stigma was receptive. The viability of the pollen grains of the variety Okinawa was low (14%) when compared to Flor Branca (92%) and Sertaneja (83%). The average number of pollen grains/anther/flower was 3.081 ± 805 , 3.401 ± 397 , and 3.627 ± 527 for the varieties Sertaneja, Flor Branca and Okinawa, respectively. We found no significant differences among the varieties for all studied variables. The reproductive success through the spontaneous self-pollination varied between 4 and 6%. In the manual crossed pollination among the varieties, the lower fructification tax was obtained for the crossing using Okinawa as pollen donor (1%). The major tax was obtained with Sertaneja (43,7%). In the natural pollination (control) Sertaneja presented the bigger value of fructification (46%). We observed that the varieties morphologic characteristics and the irrigation system adopted in the cultivar may interfere in the pollinators’ visitation. The flower visitants were *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides*, *C. obsoleta*, and *Frieseomelitta doederleini*. Due to their

frequency, behaviour and flower fidelity, *C. aenea*, was considered the effective pollinator of the culture in the region.

Key words: *Centris*, Malpighiaceae, elaiophores, pollinators

Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC.), na região do Vale do Submédio São Francisco**RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo estudar, comparativamente, a biologia floral, os polinizadores efetivos, seus padrões de visitas às flores, o sistema reprodutivo e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura, em três variedades de *Malpighia emarginata* (DC) (Flor Branca, Sertaneja e Okinawa), em cultivo irrigado no Projeto Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE, durante os anos de 2006 a 2007. O número de elaióforos variou entre variedades e entre indivíduos. A antese das flores é diurna, iniciando entre 4h30 e 5h e, nesse momento, os grãos de pólen já estão disponíveis e os estigmas receptivos. A viabilidade polínica da variedade Okinawa foi baixa (14%), quando comparada com a Flor Branca (92%) e Sertaneja (83%). O número médio de grãos de pólen/antera foi de 3.436 ± 631.5 e 34.368 grãos/flor, não havendo diferença significativa entre as variedades. O sucesso reprodutivo com a autopolinização espontânea variou de 4 a 6%. Na polinização cruzada manual, a menor taxa de frutificação foi registrada quando a var. Okinawa foi usada como doadora de pólen (<1%) e a maior taxa com a var. Sertaneja (43,7%). Na polinização natural (controle), destacou-se a var. Sertaneja com 46% de frutificação. Foi observado que características morfológicas das variedades e, sistema de irrigação adotado no cultivo podem interferir nas visitas dos polinizadores. Os visitantes florais foram *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides*, *C. obsoleta* e *Frieseomelitta doederleini*. Devido a sua frequência, comportamento e fidelidade floral, *C. aenea*, foi considerada o polinizador efetivo da cultura na região.

Palavras chave: *Centris*, Malpighiaceae, elaióforos, polinizadores

INTRODUÇÃO

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

O conhecimento sobre a biologia da reprodução das Malpighiaceae cresceu significativamente com o trabalho de Vogel (1974) a respeito da verdadeira natureza das glândulas do cálice, existentes na maioria das espécies neotropicais, e de estruturas análogas encontradas em outras famílias botânicas. Vogel (*op. cit.*) mostrou claramente a função dessas glândulas produtoras de óleo, coletado por fêmeas de abelhas Centridini e Tapinotaspidini, que oferecem esse recurso como alimento para as suas larvas juntamente com pólen, ou o utilizam para impermeabilizar as paredes das células. Posteriormente, Anderson (1979), defendeu a hipótese de coevolução entre a família e o restrito grupo de abelhas (Apidae, Centridini) no Novo Mundo.

Na Jamaica, as boas colheitas de acerola se devem aos serviços de polinização de abelhas da tribo Centridini, *Centris dirrhoda*, as quais durante um período de seis horas chegam a visitar 1.770 flores (Raw 1979). No Hawai, Yamane & Nakasone (1961) verificaram que a aceroleira não era muito frutificável, apesar da abundância de flores, com produção de frutos normalmente abaixo de 10%, devido à falta de polinizadores. Lopes *et al.* (2000), em Minas Gerais, através da autopolinização manual e de botões florais protegidos obtiveram baixa fixação de frutos, sendo constatada maior fixação, quando ocorreu polinização natural e polinização cruzada manual.

Estudos realizados em três localidades do Nordeste do Brasil, registraram fêmeas de 21 espécies de abelhas, dos quais 16 foram da tribo Centridini, visitando as flores de *M. emarginata*, sendo *Centris aenea* considerada uma das espécies mais abundantes. Neste estudo, foi registrado que na ausência da atividade dos polinizadores, a taxa de frutificação foi 0%, oscilando de 23 a 53 % na presença de abelhas (Schlindwein *et al.* 2006).

Estudos revelam que o sucesso da polinização também é influenciado pela variedade da planta. Como exemplo, no caso da cultura do café, muito bem estudada em relação à polinização em diferentes regiões, constatou-se que o aumento de produção com a polinização em algumas variedades é diferente, despertando a atenção no sentido de considerar as diferenças entre as mesmas (Klein *et al.* 2007).

No Submédio do Vale do São Francisco, as variedades de aceroleiras mais plantadas são: Sertaneja, Okinawa, Flor Branca e Costa Rica. Essas variedades estão classificadas em doces, ácidas e sub-ácidas. Estes tipos diferenciam-se, principalmente, pelos teores de açúcares sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) nos frutos maduros (Oliveira *et. al.* 2003).

Este trabalho teve por objetivo estudar, comparativamente, a biologia floral, os polinizadores efetivos e seus padrões de visitas às flores, o sistema de reprodução e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura, em três variedades de aceroleiras (Sertaneja, Flor Branca e Okinawa), em cultivo irrigado, na região do Vale do Submédio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Petrolina (09°09'S, 40°22'W, com 376m de altitude), Pernambuco, durante os anos de 2006 e 2007. O clima é semi-árido, a precipitação pluviométrica média anual é de 543 mm, com as chuvas concentradas no período de novembro a abril (EMBRAPA 2007) (Figura 1). A área utilizada para os experimentos com a variedade Sertaneja ficava localizada na Unidade Agrícola do Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina, no Núcleo 4 do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho. A área plantada era de 0,3 ha, espaçamento de 5 m x 4 m, com 4 anos de idade, distando cerca de 2 km das outras duas variedades. As variedades Okinawa e Flor Branca estavam cultivadas no mesmo projeto, em um único lote, contando com 0,25 ha por variedade, estando uma variedade plantada vizinha à outra. O sistema de irrigação era aspersão por canhão. Este núcleo (N4) concentra o maior número de áreas plantadas de aceroleiras no município de Petrolina-PE, perfazendo mais de 340 ha.

A contagem do número de elaióforos por flor, foi realizada em 40 flores, retiradas de 10 plantas por variedade, diretamente no campo.

A receptividade do estigma foi testada em 20 flores por variedade, retirando-se cuidadosamente as anteras da flor e, com o auxílio de um tubo capilar preenchido com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 10 vol. (Zeisler 1938), introduzia-se o estigma, observando-se a reação sobre a superfície estigmática. Este procedimento foi realizado nos horários de 7h, 9h, 12h e 16h.

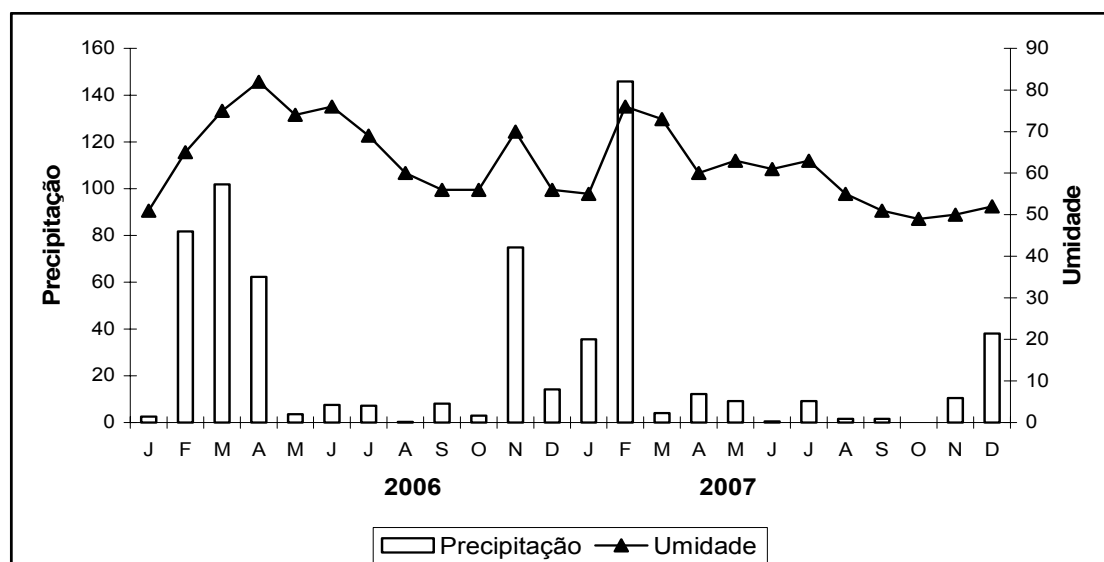


Figura 1. Médias mensais de precipitação e umidade (%) obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Semi-Árido, localizada no Projeto Bebedouro, em Petrolina-PE, em 2006 e 2007.

Para testar a viabilidade polínica foram coletados cinco botões florais em pré-antese, de cada variedade estudada, armazenados em álcool a 70%. Posteriormente, as anteras foram retiradas, esmagadas em lâmina de vidro e coradas com Carmim acético a 1,2% (Radford *et al.* 1974). Foram preparadas cinco lâminas por variedade para observação em microscópio óptico. Para obter-se o percentual de viabilidade, foram contados em média 300 grãos de pólen por lâmina.

Para calcular a quantidade de grãos de pólen produzidos por flor, botões em pré-antese foram coletados e armazenados em álcool a 70%. Posteriormente, em laboratório, retirou-se uma antera por botão, colocando-se sobre lâmina de vidro com água destilada, para facilitar a liberação dos grãos de pólen. Em seguida, procedeu-se a contagem, usando-se um contador manual. Uma vez estimado o número de grãos por anteras, este foi multiplicado por dez, para estimar o número de grãos produzidos por flor.

A estratégia reprodutiva da espécie foi avaliada por meio de experimentos de polinização no campo e determinação da razão pólen/óvulo. Para os experimentos de autopolinização espontânea, botões em pré-antese foram marcados no pedicelo, utilizando-se tinta a prova de água (edding 791). Em seguida, os frutos, flores e botões pequenos foram eliminados e o ramo ensacado com saco de voil. Para a polinização cruzada, botões em pré-antese foram marcados com tinta no pedicelo. No início da manhã, flores abertas de outra planta ou variedade foram coletadas e as anteras foram colocadas diretamente em contato com o estigma da flor. Na polinização natural (controle), os botões em pré-antese foram marcados e deixados livres para os visitantes. Após oito dias, procedeu-se a avaliação da frutificação em todos os experimentos. A polinização natural foi registrada em períodos de baixa e alta taxa de visitas para posterior comparação.

A coleta das abelhas para identificação foi realizada com rede entomológica e, em seguida, os espécimes foram colocados em frascos mortíferos. Os espécimes foram montados e, posteriormente, levados para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba para identificação. Exemplares testemunhos foram depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Sistemática e Ecologia (DSEC) da Universidade Federal da Paraíba e Laboratório de Ecologia da Embrapa Semi-Árido.

Os visitantes foram observados durante três dias não consecutivos, durante o período de floração, em 30 flores por planta, no horário das 6h às 17h, em agosto de 2006 e abril de 2007, nas três variedades, sendo anotadas a frequência, a duração e o horário de visitas, bem como o comportamento dos visitantes mais frequentes e o recurso floral forrageado durante a visita.

O número de flores visitadas por planta foi observado para os três visitantes principais, apenas na variedade Sertaneja. A fidelidade floral foi medida, retirando-se amostras de pólen do corpo dos visitantes florais. Estas amostras foram colocadas em lâminas de vidro e preparadas com gelatina glicerinada, corada com fucsina. Sob microscópio óptico, foram contados 300 grãos de pólen e determinada a frequência relativa dos diferentes tipos polínicos. Foram registrados os diferentes locais de deposição de pólen no corpo dos visitantes.

Durante os meses de outubro e novembro de 2006, foram observados e registrados os locais de nidificação de *Centris aenea* no entorno e na área da cultura da acerola.

RESULTADOS

Os elaióforos apresentaram coloração esverdeada e o seu número variou entre variedades e entre indivíduos de uma mesma variedade (Tabela 1). A variedade Flor Branca apresentou uma menor variação, no número de glândulas, com 87,5% das flores com seis elaióforos, a Sertaneja com 70% e a Okinawa com 62,5% com dez elaióforos.

Tabela 1. Número e percentuais de glândulas (elaióforos) encontrados em três variedades de aceroleira (*M. emarginata*), em áreas irrigadas no Vale do Submédio São Francisco.

Glândulas por flor	Variedades (n=40)					
	Sertaneja		Okinawa		Flor Branca	
	n	%	n	%	n	%
6	28	70	-	-	35	87,5
7	2	5	-	-	5	12,5
8	10	25	7	17,5	-	-
9	-	-	8	20,0	-	-
10	-	-	25	62,5	-	-

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

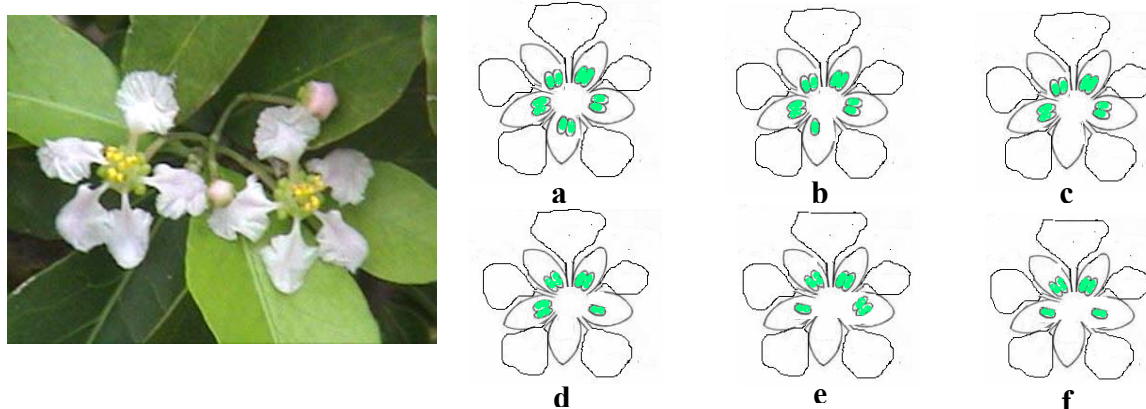


Figura 2. Disposição dos elaióforos nas flores de *Malpighia emarginata* DC., em relação as sépalas e pétalas. Flores com dez (a), nove (b), oito (c), sete (d e e) e seis elaióforos (f).

A abertura das flores é diurna (4h30 e 5h) e as flores duram cerca de 24 horas. Os elaióforos iniciam a produção de óleo nos botões ainda em pré-antese. Ao final da abertura das flores, os grãos de pólen estão disponíveis nas anteras e os estigmas encontram-se receptivos, permanecendo pelo menos até às 17h (último horário de avaliação). O início da senescência é marcado pela mudança na coloração das pétalas que ficam totalmente brancas e caem facilmente ao toque.

A variedade Sertaneja e Flor Branca apresentaram alta viabilidade polínica, acima de 83%, enquanto que a variedade Okinawa foi inferior às demais, apresentando uma média de 14,8% (Tabela 2).

O número médio de grãos de pólen encontrado por antera foi de $3.436 \pm 631,5$ e 34.368 por flor (Tabela 2). Não houve diferença significativa entre as variedades [F= 1,03; GL=2, 12; p= 0,38]. O número de óvulos encontrados por ovário foi em média três. Os grãos de pólen apresentaram tamanho médio de $34,2 \mu\text{m}$, classificados como médios por Erdtman (1945). A razão pólen/óvulo encontrada foi de 11.456 (34.368/3).

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

Variedades	% viabilidade polínica	Número de grãos de pólen	
		Antera	Flor
Sertaneja	83,39	3.081 ± 805	30.810
Flor Branca	92,5	3.401 ± 397	34.010
Okinawa	14,8	3.627 ± 527	36.270
Média		$3.436 \pm 631,5$	34.368

Os experimentos de polinização revelaram que ocorre autopolinização espontânea, porém o sucesso reprodutivo registrado foi baixo, menos de 7% (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre as três variedades quanto à formação de frutos por autopolinização espontânea.

Quando a autopolinização foi realizada de forma manual, para a variedade Sertaneja e Flor Branca obteve-se um aumento no percentual de 613% e 504%, respectivamente. Por outro lado, na variedade Okinawa o acréscimo foi cerca de 255%.

Para a polinização cruzada (inter-culivares), o teste do χ^2 revelou diferença significativa entre as variedades. Destacando-se a variedade Sertaneja e Flor Branca como doadoras de pólen, com percentuais de frutificação entre 15 e 43%. Por outro lado, na mesma situação, a variedade Okinawa foi a que apresentou o menor percentual (<1%) (Tabela 3). Esta mesma variedade, quando recebeu pólen da Sertaneja,

apresentou um percentual de 43,75%, indicando, assim, algum tipo de incompatibilidade entre as variedades.

Tabela 3. Resultados dos experimentos de polinização, com comparação através do teste do χ^2 , para *Malpighia emarginata*, variedades Sertaneja, Flor Branca e Okinawa, em cultivo irrigado no Projeto Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE.

Variedades	Nº flores	Nº frutos	% de frutificação	χ^2 (GL) $\alpha = 5\%$
Controle (com baixa visitação), agosto de 2006				
Sertaneja	254	19	7,5	13,1 (2)
Flor Branca	220	22	10,0	
Okinawa	276	12	4,3	
Controle (com visitas), novembro de 2006				
Sertaneja	230	106	46,0	90,5 (2)
Flor Branca	311	46	14,8	
Okinawa	280	45	16,7	
Autopolinização espontânea				
Sertaneja	191	11	5,75	0,7 (2)
Flor Branca	252	16	6,34	
Okinawa	226	10	4,42	
Autopolinização manual				
Sertaneja	150	53	35,3	16,3 (2)
Flor Branca	150	48	32,0	
Okinawa	150	17	11,3	
Polinização cruzada manual (intra-cultivares)				
1. Sertaneja	150	72	48,00	23,7 (2)
2. Flor Branca	145	27	18,60	
3. Okinawa	130	18	13,80	
Polinização cruzada manual (inter-cultivares)				
Receptora x Doadora				
1. Okinawa x Sertaneja	208	91	43,75	100,1(5)
2. Okinawa x Flor Branca	214	49	22,89	
3. Flor Branca x Okinawa	329	3	0,91	
4. Flor Branca x Sertaneja	178	28	15,7	
5. Sertaneja x Okinawa	212	37	17,45	
6. Sertaneja x Flor Branca	167	34	20,35	

Em condições naturais (controle) com baixa taxa de visitas, foram registradas diferenças entre as variedades. Comparando os percentuais de frutificação obtidos neste tratamento e na autopolinização espontânea, para a variedade Okinawa, não houve

diferença porém, para Flor Branca e Sertaneja foi registrado um pequeno aumento na frutificação. Este resultado pode estar relacionado a possíveis visitas de abelhas polinizadoras. Com a presença dos polinizadores (controle com visitas), os resultados obtidos mostram um aumento do percentual de frutificação nas três variedades, em relação à autopolinização espontânea e o controle com baixa taxa de visitas. A variedade Sertaneja foi a que apresentou o maior percentual (46%).

Os visitantes florais, encontrados nas flores da aceroleira, foram *Centris aenea*, *C. (Ptilotopus) maranhensis*, *C. tarsata*, *C. trigonoides*, *C. obsoleta* e *Frieseomelitta doederleini* (Figura 3).



Figura 3. Abelhas visitantes das flores de *Malpighia emarginata*, em cultivo irrigado no Vale do Submédio São Francisco. A- *Centris tarsata*. B- *C. maranhensis*, C- *Centris obsoleta* e D- *Centris aenea*.

As abelhas iniciaram as visitas nas primeiras horas da manhã, por volta de 5h30, estendendo-se até às 17h. Os registros das visitas realizadas nas três variedades, ocorreram no primeiro semestre de 2007 (Figura 4). De modo geral, o período da manhã apresentou um alto número de visitas nas três variedades, observando-se uma redução no intervalo das 11h às 12h e um novo aumento, à tarde. Para a variedade Okinawa, o pico de visitas foi registrado no início da manhã, entre 6h e 7h. Nas outras variedades, ele foi registrado no período da tarde, para a Flor Branca de 13h às 14h e para a Sertaneja de 14h às 15h (Figura 4).

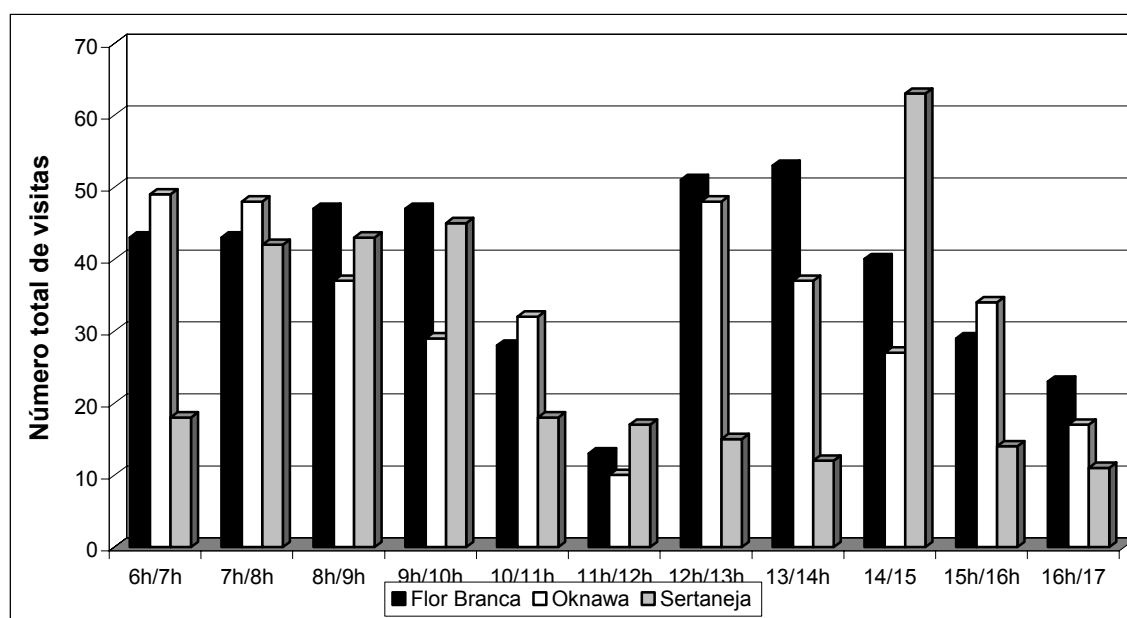


Figura 4. Número total de visitas às flores de três variedades de aceroleira (*Malpighia emarginata*), em cultivo irrigado, no primeiro semestre de 2007, no Projeto Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE.

No mês de agosto de 2006, registrou-se a presença de *Frieseomelitta doederleini*, na variedade Sertaneja, realizando coleta de pólen. Neste período, não foram observadas visitas de abelhas do gênero *Centris* em nenhuma das variedades.

As abelhas do gênero *Centris* visitam as flores da aceroleira à procura de pólen ou óleo, realizando comportamentos padronizados quanto ao pouso nas flores e retirada da recompensa floral. Ao coletar óleo, estas espécies pousam sobre os órgãos sexuais da

flor, prendem-se com as mandíbulas à pétala anterior (estandarte) e “abraçam” a flor, ocasião em que a porção ventral do tórax e/ou abdômen contata as anteras e os estigmas. Em seguida, com os dois primeiros pares de pernas raspam os elaióforos. Estas abelhas permanecem por um curto período de tempo na flor, cerca de 1 a 3 segundos. Em seguida, saem da flor e, em voo estacionário, transferem o óleo para as escovas. Botões em pré-antese também são usados para a coleta de óleo. O pólen é coletado por processo de vibração, sendo possível a audição do zumbido emitido. Na seqüência, abandonam a flor e, pairadas no ar, realizam movimentos de limpeza no corpo, transferindo os grãos de pólen para as escovas.

Durante o voo de coleta, as abelhas visitam várias flores na mesma planta. Em uma seqüência de visitas, estas abelhas não retornam a uma flor visitada anteriormente. O número médio de flores visitadas por planta foi de 24,6 para *C. aenea*, 31,5 para *C. maranhensis* e, 47,5 para as fêmeas de *C. obsoleta*. O maior número de flores visitadas por planta foi observado para *C. obsoleta*, com 82 flores (Figura 5). O tempo médio, gasto por planta, foi de 2 minutos para *C. aenea*, enquanto as fêmeas de *C. maranhensis* e *C. obsoleta* permaneceram cerca de 2 minutos e 30 segundos.

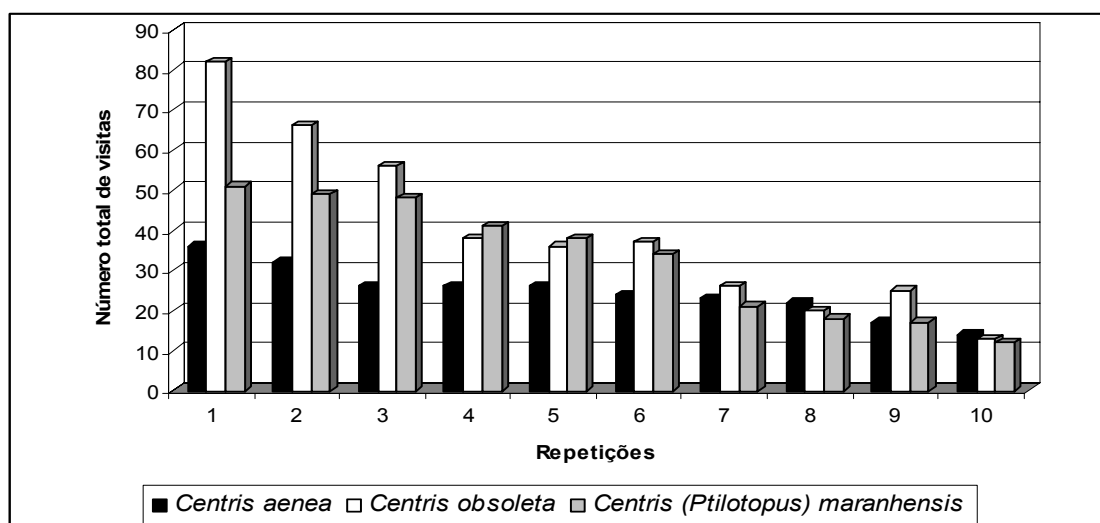


Figura 5. Número de flores visitadas por planta, pelos polinizadores mais freqüentes da aceroleira (*Malpighia emarginata*), variedade Sertaneja, em cultivo irrigado, no Projeto Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE.

Os dados obtidos da análise dos grãos de pólen retirados do corpo dos principais visitantes indicam que as três espécies de abelhas apresentaram constância floral, sendo mais de 85% dos grãos de pólen de aceroleira (Tabela 4).

Tabela 4. Avaliação dos grãos de pólen retirados do corpo dos principais visitantes da aceroleira (*Malpighia emarginata*), variedade Sertaneja, em cultivo irrigado na região do Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE.

Visitantes (n= 5)	Média % de grãos de pólen da aceroleira	Média % de grãos de pólen de outras plantas
<i>Centris aenea</i>	87,6	12,4
<i>C. maranhensis.</i>	91	9
<i>C. obsoleta.</i>	93,5	6,5

Quanto ao período de visitas, observou-se a ocorrência de diferenças nas frequências, existindo associação entre a coleta de recursos pelos visitantes e o período chuvoso.

Os locais de nidificação de *C. aenea* foram registrados na própria área de cultivo, em solo duro, argiloso, ou em montes de areia retirados do canal de drenagem, próximos a tubos de irrigação, embaixo das aceroleiras, em estradas de terra batida e próximos às residências, e sempre pertos de uma fonte de água (Figura 6). Foram observados, também, ninhos construídos em locais com vegetação rasteira, tipo gramínea, registrando-se nestas áreas, o maior número de ninhos (14) com distância de 2 a 10 metros um do outro. Durante o período inicial de construção do ninho, qualquer alteração feita nas proximidades ou provavelmente o tipo inadequado de solo leva a fêmea a abandonar o local e iniciar a construção do ninho em outro local. A entrada do ninho é circular, caracterizada pela presença de um monte de terra na parte inferior ou ao redor, apresentando em média 12 mm de diâmetro (Figura 6).

Durante as observações, foi registrado comportamento de territorialidade em machos de *C. aenea*. Os machos usavam como local de pouso um ramo de aceroleira. Realizavam vôos curtos, pousando no ramo, onde permaneciam por alguns segundos parados, apresentando movimentos rítmicos de contração no abdome, antenas erguidas e ligeiros movimentos nas pernas posteriores, característicos de liberação de feromônios (Figura 7).

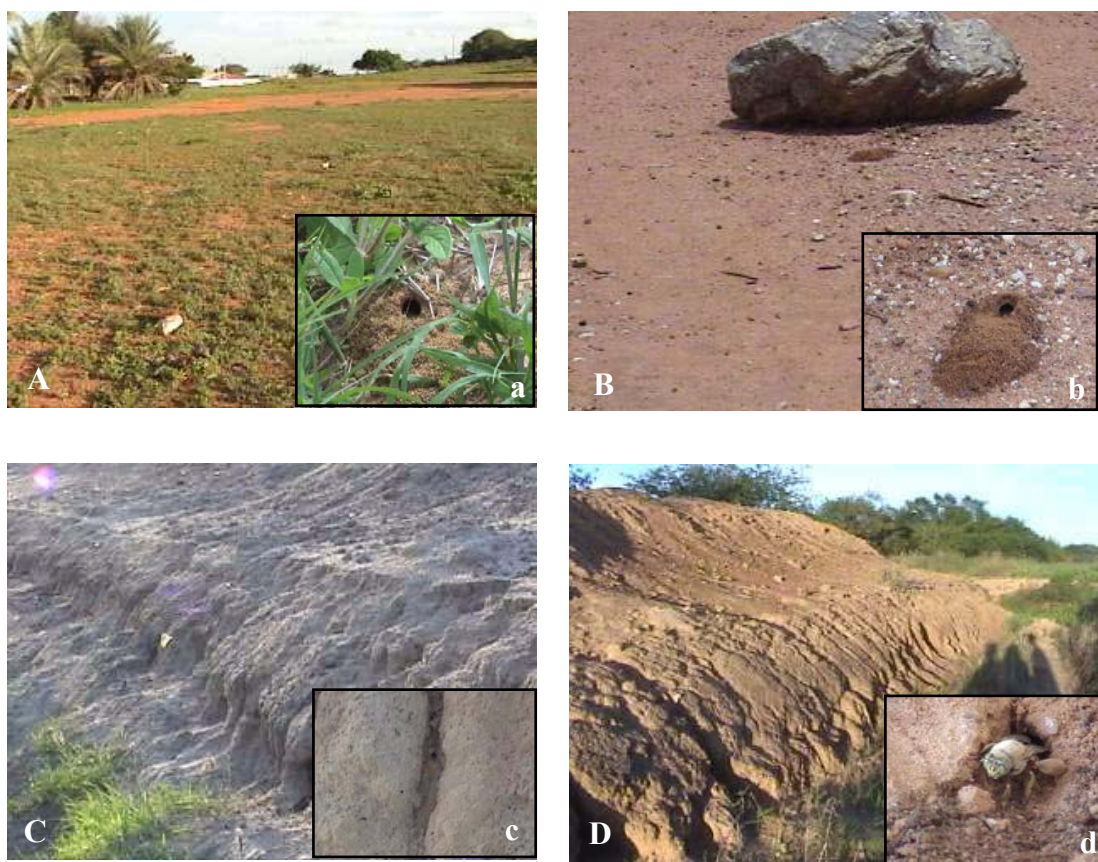


Figura 6. Locais de nidificação de *Centris aenea* no entorno da cultura da aceroleira (*Malpighia emarginata*), no Projeto Senador Nilo Coelho, área do CEFET-Petrolina, Petrolina-PE. A - vista geral da área com vegetação rasteira, próxima à área residencial, a-detalhe da entrada do ninho. B - estrada de terra batida, b- entrada do ninho C e D - Parede de areia retirada do canal de drenagem, c e d - detalhes das entradas dos ninhos.



Figura 7. Comportamento de territorialidade em machos de *Centris aenea*. Os machos permaneciam parados por alguns segundos no suporte (A e B), apresentando antenas eretas e ligeiros movimentos nas pernas posteriores (C, D e E).

Alguns machos voavam sobre o local de pouso, porém não pousavam, como se percebessem alguma marcação. No final da tarde, também se registrou a presença de machos agregados em folhagem seca de uma mangueira (*Mangifera indica*), próximo à área de cultivo de acerola. Os machos, em número de 10 a 12, ficavam no interior das folhas secas dobradas, abrigados e protegidos.

DISCUSSÃO

Quanto ao número e disposição dos elaióforos, muitos gêneros de Malpighiaceae podem ter perdido as glândulas relativas ao primeiro par (sépala anterior), localizadas sob o abdômen do polinizador, quando este está em posição de coleta de óleo, uma vez que estas glândulas ficam inacessíveis às pernas dianteiras e medianas usadas na coleta pelas abelhas (Vogel 1974). A não utilização pelos polinizadores pode ter acarretado uma adaptação no sentido de economizar recursos. Carvalho *et al.* (2005) concluíram que nas flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss.

(Malpighiaceae) ocorre uma compensação, ou seja, apesar de apresentarem 8 glândulas, produzem, praticamente, a mesma quantidade de óleo que as flores com 10 elaióforos. Um número menor de glândulas fornece maior recompensa aos polinizadores, sem custo energético adicional e assim sendo, provavelmente, mais atrativa para eles, o que possivelmente ocorre com as variedades Flor Branca e Sertaneja.

O estudo do sistema reprodutivo, nas variedades estudadas revelou que ocorre autopolinização espontânea e que, no período em que os visitantes florais são menos freqüentes, este processo garante a produção de frutos nos pomares. Dados semelhantes foram registrados por Lopes *et al.* (2000), com percentuais de 1,25% e 5,18% de frutificação com autopolinização espontânea e com autopolinização manual. Quanto à autopolinização manual, apenas na variedade Okinawa, o índice de frutificação foi considerado baixo (11%). Segundo Oliveira *et al.* (2003), a viabilidade dos grãos de pólen de *M. emarginata*, de acordo com a variedade, pode variar de 10 a 90%. A baixa viabilidade polínica apresentada pela variedade Okinawa deve contribuir para uma menor produção. Este dado é reforçado, quando se observa o sucesso reprodutivo dessa variedade no experimento de polinização cruzada. Quando usada como receptora de pólen da variedade Sertaneja, o percentual de frutificação foi de 43% e, na situação contrária, este percentual caiu para 17%.

Desse modo, os experimentos de polinização cruzada mostram que as variedades apresentaram diferentes resultados a depender de qual delas está sendo utilizada como doadora ou receptora de pólen. Estudos indicam que grandes plantios de um único clone ou mistura de clones, altamente incompatíveis, podem reduzir, significativamente, a produção (Paiva *et al.* 1999).

Os percentuais de polinização natural (controle) registrados em agosto de 2006, diferiram entre as variedades, sendo considerados baixo ($\leq 10\%$). Estes percentuais

foram registrados durante o período seco. Na região Amazônica, dados semelhantes foram registrados para as variedades Flor Branca (32%), Inada (14,3%) e Coopama (8,2%), confirmando que sob as mesmas condições, as variedades apresentam percentuais de frutificação diferentes (Magalhães *et al.* 1999).

Os dados registrados reforçam a necessidade de alogamia inter-cultivares, indicando a necessidade de misturas de variedades no plantio para suprir as deficiências já mencionadas como também a importância dos polinizadores na determinação do fluxo de pólen, garantindo assim, uma maior taxa de frutificação nessa cultura.

Os registros de produção confirmam que, no período chuvoso, a produção é maior (com. pessoal Sr. Jorge Mariano, produtor), coincidindo com o período de maior frequência de visitas. Um estudo realizado em região de Caatinga, no estado da Bahia, sobre a biologia da nidificação de *Centris aenea*, registrou visitas dessas abelhas em flores produtoras de óleos nos meses de outubro, fevereiro e março (Aguiar & Gaglianone 2003), mesmo período de maior frequência de visitas registrado neste trabalho. Zanella & Martins (2003) destacam que, no período chuvoso na Caatinga, é observada uma maior abundância e diversidade de abelhas, em especial das espécies solitárias.

O período de atividade dessas abelhas pode ser prolongado na área em estudo, uma vez que foi observada atividade também nos meses de junho e julho. No mês de agosto de 2006, período de menor pluviosidade, não foram registradas visitas e a taxa de frutificação foi semelhante à registrada para a autopolinização espontânea. Dados semelhantes foram registrados por Guedes & Zanella (2006), em estudo realizado na região Semi-árida, registrando um déficit de polinização da aceroleira, na estação seca.

A oferta contínua de recursos florais na cultura em grande extensão, com quatro florações anuais, pode estar influenciando o período de reprodução dessas abelhas.

Outro fato relacionado, é que o forrageio por óleo ocorre apenas para o provisãoamento na célula de cria e construção do ninho, resultando que esta atividade só ocorre durante o período de nidificação. No final do mês de novembro de 2006, logo após as primeiras chuvas, foram registrados os locais de nidificação com intensa atividade de forrageamento nas flores de *M. emarginata*.

O forrageio de pólen para as espécies de *Centris* na Caatinga parece ocorrer em um número relativamente pequeno de espécies de plantas. Por outro lado, o forrageio de néctar ocorre em um amplo espectro de espécies vegetais. Assim, essas abelhas dependem de uma flora variada para a obtenção dos recursos necessários à alimentação dos adultos e larvas, como também para a construção de seus ninhos (Aguiar *et al.* 2003). A vegetação nativa no entorno das áreas cultivadas e a diversidade de espécies, não só favorece a disponibilidade de locais para nidificação como também de recursos alimentares. Neste estudo, foi observada intensa frequência de visitas dessas abelhas às flores de goiabeira (*Psidium guajava*, Myrtaceae) para coleta de pólen, no maracujá, (*Passiflora edulis*) para coleta de pólen e néctar e de cajueiro (*Anacardium occidentale*, Anacardiaceae) para coleta de néctar. Nesta última cultura, a eficiência de *Centris tarsata* e de *Apis mellifera* foi estudada, concluindo-se que *C. tarsata* foi o polinizador mais eficiente (Freitas *et al.* 2006).

O manejo adequado da paisagem reflete na diversidade dos polinizadores, que neste caso, é fundamental pelo fato de que todos os visitantes coletados nas flores de *M. emarginata* são abelhas nativas e o aumento da produção está diretamente relacionado com a polinização cruzada. Há necessidade também de se considerar o design da cultura em relação às diferentes variedades, diversidades de culturas e a proximidade de áreas nativas no entorno. O manejo adequado da irrigação também influencia o padrão de visitas. Foi observado que a irrigação por canhão, realizada no início da manhã e da

tarde, dificultavam as visitas. Neste período, as abelhas não visitavam as flores, permanecendo, assim, por mais de uma hora, após o término da irrigação. Os grãos de pólen em contato com a água, tornavam-se pesados e aglutinados, dificultando a fixação no polinizador e a conseqüente dispersão.

As variedades estudadas apresentaram ramos com intensa floração, porém segundo Ritzinger *et al.* (2003), a variedade Okinawa apresenta baixo índice de frutificação, desprendimento precoce dos frutos e baixa produção, cerca de 18kg de frutos/planta. Outra característica observada neste estudo, é que, diferente das outras duas, as plantas apresentam ramos com intensa folhagem, encobrindo as flores, dificultando a sua visualização, podendo, assim, interferir na visitação.

Comparando o número de visitas registradas, por variedade, observaram-se semelhanças entre elas. Porém, a melhor comparação foi feita entre a Okinawa e Flor Branca, por estarem ambas na mesma área e as visitas terem sido registradas concomitantemente. Dessa forma, observou-se uma preferência pela variedade Flor Branca, na maioria dos intervalos de observação, o que deve estar relacionado às características das plantas já mencionadas.

Devido a algumas características da sua biologia, tais como ampla variedade de plantas utilizadas como fonte de recursos, ninhos com várias células e um período relativamente longo de reprodução a espécie *Centris aenea*, é considerado a espécie de Centridini mais abundante em algumas áreas da Caatinga (Aguiar & Gaglianone 2003). Todas as espécies de *Centris* registradas neste estudo foram consideradas polinizadores efetivos, porém, *C. aenea* foi a mais freqüente para as três variedades, sendo assim considerado o mais importante polinizador do cultivo.

Para a implantação dessa cultura, devem-se levar em consideração características que propiciem uma maior atração aos polinizadores, utilização nos

plantios de variedades compatíveis, características produtivas e comerciais das variedades, a manutenção de áreas nativas próximas e o consórcio com outras frutíferas visitadas por estas abelhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. M. L. & GAGLIANONE, M. C. 2003. Nesting biology of *Centris* (*Centris*) *aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 4.
- AGUIAR, C. M. L., ZANELLA, F. C. V., MARTINS, C. F. & CARVALHO, C. A. L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. *Neotropical Entomology*, v. 32, n. 2.
- ANDERSON, W. R. 1979. Floral conservatism in Neotropical Malpighiaceae. *Biotropica*, v. 11, p. 219-223.
- CARVALHO, P. D., BORBA, E. L. & LUCCHESI, A. M. 2005. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae). *Acta Botânica Brasílica*, v. 2, n. 19, p. 209-214.
- EMBRAPA, 2007. Dados meteorológicos, Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Disponível em www.cpatsa.embrapa.br Acesso em: 02.10.2007.

ERDTMAN, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy. II *Morina* L. with an addition on pollen morphological terminology. *Svensk Botanisk Tidskrift*, v. 39, p.187-191.

FREITAS, B. M., PAXTON, R. J. & HOLANDA NETO, J. P. 2006. Identifying pollinators among an array of flower visitors, and the case of inadequate cashew pollination in NE Brasil. In: *Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature*. Peter G. Kevan, Vera L. Imperatriz-Fonseca, org. 2.ed.- Brasília:Ministério do Meio Ambiente.

FOUQUÉ, A. 1973. Espécies frutiéres d'Amérique tropicale. *Fruits*, v. 28, n.7/8, p. 548-558.

GUEDES, R. S. & ZANELLA, F. C. V. 2006. Abelhas visitantes florais da aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) e déficit de polinizadores no Semi-Árido Brasileiro. In: VII Encontro sobre abelhas, Ribeirão Preto, SP. Anais....Ribeirão Preto, SP: USP, em CD-ROM.

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

LOPES, R., BRUCKNER, C. H. & LOPES, M. T. G. 2000. Polinização e vingamento de frutos em aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.) Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal-SP, v. 22, n. 3, p. 314-317.

MAGALHÃES, L. M. F., OLIVEIRA, D. & OHASHI, O. S. 1999. Efeito da polinização na frutificação da acerola na Amazônia. Revista Brasileira Fruticultura, v. 21, n. 1, p. 95-97.

MANICA, I. 2003. Acerola: Tecnologia de produção, pós-colheita, congelamento, exportação, mercados/Ivo Manica...[et.al.]; Ivo Manica-Porto Alegre: Cinco Continentes, 397p.il.

MEYER, F. K. 2001. Revision der Gattung: *Malpighia* L.(Malpighiaceae). The Cutting Edge, Houston, TX, v. 8, n.01. Disponível em: [http://www.inbio.ac.cr/papers/manual plantas/jan01/jan01lit.html](http://www.inbio.ac.cr/papers/manual_plantas/jan01/jan01lit.html) Acesso em 15 out.2007.

OLIVEIRA, J. R. P., SOARES FILHO, W. S., KOBAYASHI, A. K. & RITZINGER, R. 2003. Aspectos botânicos. In: Rogério Ritzinger [et al.] (eds.) - A cultura da aceroleira. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura.

PAIVA, J. R. de, ALVES, R. E., CORREA, M. P. F., FREIRE, F. C. O. & BRAGA SOBRINHO, R. 1999. Seleção massal de acerola em plantio comercial. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 3, p. 505-511.

- RAW, A. 1979. *Centris dirrhoda* (Anthophoridae) the bee visiting West Indian Cherry flowers (*Malpighia pinicifolia*). *Revista de Biologia Tropical*, v. 27, n. 2, p. 203-205.
- RADFORD, A. E., DICKISON, W. C., MASSEY, J. R. & BELL, C. R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper and Row, New York, New York, USA.
- RITZINGER, R., SOARES FILHO, W. S. & OLIVEIRA, J. R. P. 2003. Variedades e melhoramento. In: Rogério Ritzinger [et al.] (eds.)-A cultura da aceroleira. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura.
- SCHLINDWEIN, C., MARTINS, C. F., ZANELLA, F. C. V., ALVES, M. V., CARVALHO, A. T., DARRAULT, R. O., DUARTE JR., J. A., OLIVEIRA, M. D., FERREIRA, A. G., GUEDES, R. S., FERREIRA, R. P., PINTO, C. E., SILVEIRA, M. S. & VITAL, M. T. A. B. Diagnóstico e manejo dos polinizadores de mangabeira e aceroleira. In: VII Encontro sobre abelhas, SP. Simpósios....Ribeirão Preto, SP: USP, em CD-ROM.
- VOGEL, S. 1974. *Ölblumen und ölsammelnde Bienen*. Akademie de Wissenschaften und der Literatur. *Tropische und subtropische Pflanzenwelt*. Franz. Steiner Verlag. Wiesbaden.7 (1): 267p.
- YAMANE, G. M. & NAKASONE H. Y. 1961. Pollination and fruit set studies of Acerola (*Malpighia glabra* L.) in Hawai. *American Society Horticulture Science*, v. 78, n. 1, p. 142-148.

ZANELLA, F. C. V. & MARTINS, C. F. 2003. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: Leal, I.R.; Tabarelli, M. & Silva J.M.C.. (Org.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. 1 ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, v. 1, p. 75-134.

ZEISLER, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von Reaktionen. *Beiheft Botanischer Zentralblatt* 58: 308-318.

CAPÍTULO VI

ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DA GOIABEIRA (*Psidium guajava* L., MYRTACEAE), VARIEDADE PALUMA NA REGIÃO DO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Ecology of pollination of guava tree (*Psidium guajava* L. Myrtaceae), variety Paluma, in the region of São Francisco Valley

ABSTRACT

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

constancy, were considered as effective pollinators. Due to the availability of populous colonies and abundance of *A. mellifera* on the flowers, these bees can be considered potential pollinators of guava in this region.

Key words: entomophily, *Xylocopa*, *Centris*, *Apis mellifera*, Paluma.

Ecologia da polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L. Myrtaceae), variedade Paluma, na região do Vale do Submédio São Francisco

RESUMO

A biologia floral, o sistema reprodutivo, o comportamento de forrageio dos visitantes florais e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura, foram estudados em *Psidium guajava* L. Os experimentos foram realizados, com a variedade Paluma, em Petrolina-PE, durante os anos de 2005 e 2006. Foi registrada uma média de 403 ± 12 estames e 629 ± 19.8 óvulos por flor. A antese ocorreu entre 5h e 5h30, com emissão de odor adocicado, estando os grãos de pólen disponíveis. A flor durou em média 32 horas. Mais de 95% dos grãos de pólen permaneceram viáveis, por mais de 10 horas e a receptividade estigmática se estendeu pelo mesmo período. Foi verificado que pode ocorrer autopolinização espontânea (62,1%). Porém obteve-se um maior percentual (74,5%) de frutificação com a polinização natural. A queda de frutos imaturos ocorreu até os 120 dias, com as maiores taxas (24 a 45%) registradas aos 60 dias, após a polinização. Não houve polinização pelo vento. Não houve diferença significativa entre peso, diâmetro e comprimento dos frutos, espessura da polpa e concentração de açúcares, em relação aos tipos de polinização realizados. Registrou-se uma correlação positiva entre o peso dos frutos e número de sementes. Os visitantes florais identificados foram *Apis mellifera*, *Melipona mandacaia*, *Trigona spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *Frieseomelitta doederleini*, *Centris aenea*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis*, *X. cearensis* e *Ptiloglossa* sp. O pico de visitaçãõ destas abelhas ocorreu entre 5h30 e 6h30. As abelhas *C. aenea* e as do gênero *Xylocopa*, devido ao seu comportamento, número de grãos de pólen depositados no estigma, carga polínica e constância floral, foram consideradas como polinizadores efetivas da cultura.

Entretanto, devido à disponibilidade de colônias populosas e a abundância de *A. mellifera* nas flores, elas podem ser consideradas potenciais polinizadores da cultura da goiabeira na região.

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

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae, que compreende cerca de 133 gêneros e, aproximadamente, 3.800 espécies distribuídas nas diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente na América e na Austrália (Wilson *et al.* 2001). Seus frutos são bagas que têm tamanho, forma e coloração da polpa variável em função da cultivar e, são ricos em vitamina C, A e B, podendo ser consumidos, *in natura*, ou industrializados na forma de doces, geléias ou sucos.

Muitas plantas cultivadas dependem da polinização para produção de frutos e sementes. Para a maioria das culturas, os insetos e, principalmente as abelhas, são os principais polinizadores. Porém, mesmo nas culturas que comprovadamente apresentam autopolinização, a produção pode ser aumentada através da polinização cruzada, realizada por vetores bióticos (Slaa *et al.* 2006, D'Avila & Marchini 2005, Heard 1999).

Estudos realizados na Índia, em três variedades de goiabeira, mostraram que flores emasculadas, não receberam visitas e não desenvolveram frutos, indicando o papel desprezível do vento na polinização. A polinização natural apresentou as maiores percentagens de frutificação (Singh & Sehgal 1968).

Abelhas e outros insetos visitam as flores da goiabeira. No Estado do Ceará, cinco espécies de abelhas foram consideradas eficientes na polinização das flores da goiabeira: *Apis mellifera*, *Partamona cupira*, *Melipona subnitida*, *Xylocopa frontalis* e *Trigona spinipes*, sendo *A. mellifera* considerada o principal agente polinizador (Alves & Freitas 2006).

A produção brasileira concentra-se nos Estados de São Paulo, Pernambuco e Bahia. No município de Petrolina-PE, a área atualmente plantada é de 2.860 ha, com produção de 78.835 ton, durante o ano de 2006 (IBGE 2006).

Apesar da cultura da goiabeira apresentar uma grande importância sócio-econômica, trabalhos relativos à polinização e eficiência dos visitantes florais, ainda não foram realizados na região. Neste sentido, este trabalho procurou estudar a biologia floral, os mecanismos de polinização, sistema de reprodução, os padrões de visitaçã dos visitantes florais e a contribuição da polinização para o sucesso da cultura da goiabeira no Vale do Submédio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada para os experimentos com a cultura da goiaba ficava localizada na Unidade Agrícola do Centro Federal de Educação Tecnológica de Petrolina (09°09'S, 40°22'W) com 376m de altitude, a 30 Km de Petrolina-PE, no Núcleo 4 do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho. A área plantada constava de 3,5 ha com espaçamento 5 m x 6 m triangular, variedade Paluma, com 17 anos. A precipitação pluviométrica média anual é de 543 mm, com as chuvas concentradas de novembro a abril (EMBRAPA 2007). A ocupação atual do Projeto Senador Nilo Coelho é de 11.062 ha com 1813 lotes de pequenos produtores (CODEVASF 2005). O método de irrigação praticado na cultura da goiaba, no local do experimento, foi por meio de aspersão (pivô central). As mudas para o plantio da cultura foram feitas por meio de estaquia.

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

A viabilidade polínica foi realizada em cinco botões florais em pré-antese, em diferentes horários, após a abertura da flor (8h, 10h, 14h e 16h). Os botões e flores foram armazenados em álcool a 70%. Posteriormente, as anteras foram retiradas, esmagadas em lâmina de vidro e coradas com Carmim acético a 1,2% (Radford *et al.* 1974). Foram preparadas cinco lâminas para cada horário. Em cada lâmina foram medidos 10 grãos de pólen viáveis. Para testar a receptividade estigmática (Zeisler 1938), 20 botões em pré-antese foram ensacados e, após a antese, foram testados nos horários de: 8h, 10h, 14h e 16h.

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

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

Na autopolinização espontânea, botões em pré-antese (n= 66) foram identificados e, em seguida, ensacados, permanecendo, assim, pelo mesmo período. A autopolinização manual foi realizada em 40 botões. Para a polinização cruzada manual, botões em pré-antese (n= 90) foram abertos e os estames retirados com auxílio de uma pinça. Em seguida foram ensacados e, no dia seguinte, anteras de flores de outra planta foram colocadas em contato direto com o estigma da flor receptora. A seguir foi recolocado o saco, que permaneceu por oito dias consecutivos. Na polinização natural,

os botões em pré-antese (n= 102) foram marcados e deixados livres para visitação. Para testar a polinização pelo vento, botões em pré-antese (n= 60) foram abertos e as anteras retiradas. Em seguida, foram ensacados com sacos de filó permanecendo, assim, por cerca de oito dias. A quantificação dos frutos e as taxas de aborto foram realizadas aos 60 e 120 dias, após a polinização.

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

Em fevereiro e março de 2005, foram realizadas observações dos visitantes durante três dias não consecutivos, no horário das 5h30 às 17h, em 10 flores a cada dia. Foram registrados os visitantes, o tempo de visitação e o recurso coletado. Quanto à frequência, os visitantes foram classificados em: Abundantes (A), quando estes apresentavam frequências de visitas $\geq 30\%$; Frequentes (F), quando apresentavam frequências de visitas $\geq 10\% < 30\%$, e Raros (R), quando apresentavam frequências $< 10\%$.

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

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

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

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

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

RESULTADOS

As flores de *Psidium guajava* L. são hermafroditas, de coloração branca, apresentando em média $403,2 \pm 12$ estames por flor ($n= 10$) e um estigma central localizado acima das anteras (Figura 1). O ovário é ínfero, apresentando, em média, $629 \pm 19,8$ ($n= 10$) óvulos. Os botões em pré-antese apresentam-se com uma abertura

superior entre as sépalas. As medidas relativas à morfologia floral encontram-se na Tabela 1.



Figura 1. Flor da goiabeira A- flor em antese, observando-se os estames, estilete e o estigma. B- botão em pré-antese.

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

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

A abertura das flores da goiabeira ocorreu entre 5h e 5h30, com emissão de odor intenso, adocicado, que diminuiu ao longo da manhã. A antese ocorreu de forma rápida, sincronizada, com os filamentos estaminais e o estilete se expandindo juntamente com o desabrochar das pétalas. Nesta fase, os grãos de pólen já estavam disponíveis. A senescência teve início cerca de 24 horas após a abertura da flor, caracterizada pela perda de pétalas e modificação na coloração dos filetes que ficam

escurecidos, e caíam facilmente. Após cerca de 48 horas, as pétalas já tinham caído totalmente, permanecendo apenas o estilete ereto e o estigma com coloração escura.

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

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

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

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

Na polinização natural, o percentual de frutificação foi maior do que nos outros tratamentos (Tabela 2). A autopolinização espontânea registrou um sucesso de frutificação (62%) maior do que a autopolinização manual (42%). Os maiores

percentuais de aborto de frutos ocorreram até os 60 dias, variando de acordo com o tipo de polinização de 24 a 45%. Quando o número de frutos foi avaliado aos 120 dias, este percentual ficou entre 1 e 17%. Neste período, foi registrado o menor percentual de aborto (1%), nos frutos oriundos da polinização natural.

Os resultados referentes às variáveis analisadas para os frutos encontram-se na Tabela 3. A análise de variância mostrou que apenas o número de sementes apresentou diferença entre os tratamentos [$F= 3,5$; $Gl= 2$; 51 ; $p<0,05$], destacando-se a polinização natural que apresentou o maior valor. Foi registrada correlação positiva entre o número de sementes e o peso dos frutos, independente do tipo de polinização ($r= 0,53$, $p= 0,05$, $n= 54$).

Os visitantes florais coletados e identificados nas flores da goiabeira foram *Apis mellifera*, *Centris aenea*, *Xylocopa grisescens*, *X. frontalis*, *X. cearensis*, *Melipona mandacaia*, *Trigona spinipes*, *Exomalopsis analis*, *Partamona seridoensis*, *Frieseomelitta doederleini*, e *Ptiloglossa* sp. (Figura 2).

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

Característica dos frutos	Tratamentos					
	Autopolinização espontânea (n= 16)	C.V. (%)	Polinização natural (n= 21)	C.V. (%)	Polinização cruzada (n= 17)	C.V. (%)
Peso (g)	113,5 ± 20 a	17,6	136,9 ± 41 a	29,9	117,5 ± 31,5 a	26,8
Comprimento (mm)	63,5 ± 4,7 a	7,4	67,0 ± 9,1 a	13,5	62,2 ± 7 a	11,2
Diâmetro (mm)	58,7 ± 4,6 a	7,8	63,0 ± 5,1 a	8,0	60,5 ± 5,5 a	9,0
Espessura da polpa (mm)	10,1 ± 1,4 a	13,7	10,6 ± 2 a	18,8	9,8 ± 1,7 a	17,3
Concentração de açúcares (°brix)	7,2 ± 1,1 a	15,2	7,8 ± 0,8 a	10,2	7,7 ± 1,2 a	15,5
N. de sementes	457,1 ± 81,4 a b	17,8	481,5 ± 108 a	22,4	396 ± 103,2 b	26,0

Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

C.V. (%) Coeficiente de variação



Figura 2. Visitantes das flores da goiabeira (*P. guajava* L.), variedade Paluma. A- *Apis mellifera*, B- *Melipona mandacaia*, C- *Centris aenea* e D- *Xylocopa grisescens*.

As visitas tiveram início nas primeiras horas da manhã (5h30). As abelhas de pequeno porte pousavam diretamente sob as anteras e iniciavam a coleta de pólen, utilizando o aparelho bucal e as pernas anteriores. Após alguns segundos de coleta, levantavam vôo nas proximidades da flor, limpavam o corpo com o aparelho bucal e com o auxílio das pernas anteriores e médias e armazenavam o pólen na corbícula ou escopa. Geralmente, retornavam para a mesma flor, realizando nova coleta. As abelhas de pequeno porte aqui consideradas, *E. analis*, *P. seridoensis*, *F. doederleini*, durante suas visitas geralmente não entravam em contato com o estigma da flor.

As abelhas *A. mellifera*, *T. spinipes* e *M. mandacaia* apresentaram comportamento de coleta semelhante ao já descrito, durante a coleta, deslocando-se

entre flores e entre plantas facilitando a polinização cruzada. *A. mellifera* foi a primeira abelha a visitar as flores logo após a antese. Estas abelhas chegavam a penetrar nos botões, antecipando a abertura da flor. Durante as observações, registrou-se a presença de até cinco abelhas na mesma flor, pertencentes a três espécies, *A. mellifera*, *M. mandacaia* e *T. spinipes*.

Xylocopa spp. e *Centris aenea* apresentaram comportamento de pouso semelhantes. Estas abelhas pousavam no centro da flor, abraçando com as pernas anteriores um grande número de anteras ao mesmo tempo. Dessa forma, as anteras liberavam os grãos de pólen e estes ficavam aderidos à região ventral do tórax das abelhas. Ao visitar outra flor, o estigma que tem posição central em relação aos estames, entrava em contato com a parte ventral do tórax, caracterizando a polinização esternotribica. As observações mostraram que *A. mellifera*, *C. aenea* e *Xylocopa* spp. foram as mais freqüentes, sendo responsáveis por 52,7%, 22,7% e 14,6% do total de visitas (Tabela 4).

Tabela 4. Visitantes florais de *Psidium guajava* L. variedade Paluma, com seus respectivos totais e percentagens de visitas, classe de freqüência, recurso floral utilizado e resultado da visita, em área irrigada no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE, em fevereiro e março de 2005. Classe de Freqüência: A= Abundante ($\geq 30\%$), F= Freqüente ($\geq 10 < 30\%$) e R= Raro ($< 10\%$). Resultado da visita: pe= polinizador efetivo, po= polinizador ocasional.

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

As visitas concentraram-se no período da manhã. O pico de visitação ocorreu no intervalo de 5h30 às 6h30, sendo *A. mellifera* responsável pelo maior número de visitas. Ao longo do período de avaliação, as visitas sofreram redução e, após o horário das 8h30, não ocorreram mais registros de visitas (Figura 3).

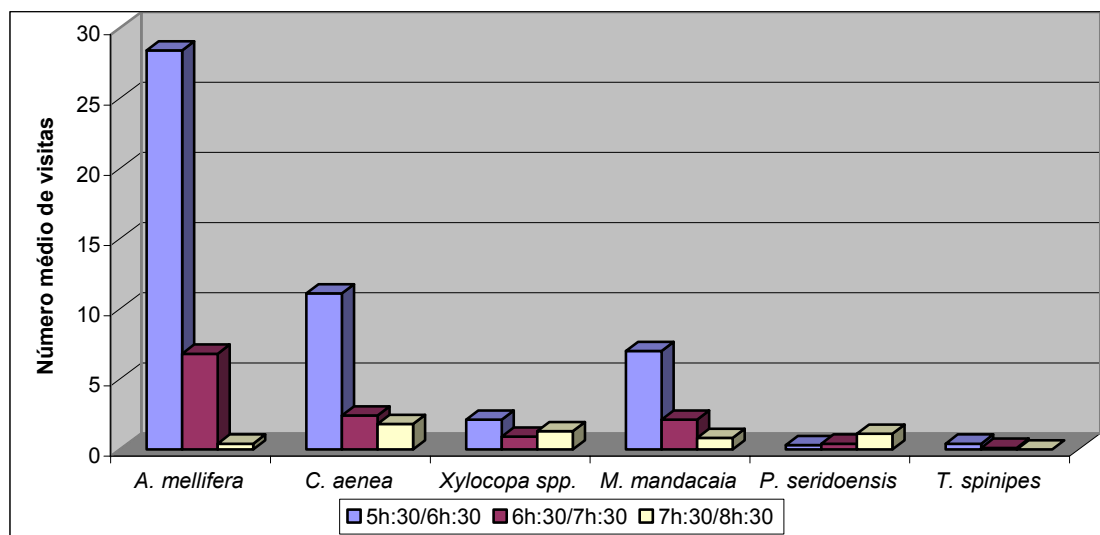


Figura 3. Número médio de visitas às flores da goiabeira (*P. guajava*) em relação ao horário de visitação, em cultivo irrigado no Vale do Submédio São Francisco, Petrolina-PE, em fevereiro e março de 2005.

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

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

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

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

A quantificação da carga polínica durante o período de visitas mostrou que as abelhas do gênero *Xylocopa* e *Centris* apresentaram uma carga maior do que as outras abelhas e que os grãos de pólen estão localizados em maior quantidade na região ventral do tórax e na escopa (Figura 4). As outras abelhas observadas, além da corbícula apresentaram pólen nas pernas anteriores e médias, na região ventral do tórax, no abdômen e cabeça.

A análise da carga polínica dos principais visitantes mostrou que de 81% a 97% foram grãos de pólen das flores da goiabeira, indicando que no horário de visita ou seja, entre 5h30 e 8h30, os visitantes analisados, apresentaram constância floral.



Figura 4. Abelha *Xylocopa grisescens*, em decúbito dorsal, mostrando a localização dos grãos de pólen da goiabeira após visita às flores.

DISCUSSÃO

Os experimentos de polinização confirmaram que as flores de *P. guajava* são autocompatíveis (Boti 2001). O fato das flores serem visitadas por uma grande variedade de visitantes, deve tornar a polinização mais eficiente. Estudos mostram que a diversidade e não apenas a abundância de visitantes florais é importante para o sucesso da polinização e que este serviço é um dos fatores relacionados à produção freqüentemente negligenciada pelos produtores (Klein *et al.* 2003, Westerkamp & Gottsberger 2000).

Os visitantes florais são atraídos pelo forte odor adocicado, exalado pelas flores, característica marcante nas Myrtaceae (Proença & Gibbs 1994, Silva & Pinheiro 2007).

Durante a antese os grãos de pólen ficam disponíveis, não havendo nenhuma restrição à sua coleta, permanecendo, assim, ao longo do dia. Entretanto, os visitantes revelaram um período preferencial de coleta nas primeiras horas após a antese. Nestas condições, os resultados revelaram que a polinização natural elevou o percentual de frutificação em relação à polinização espontânea e a polinização cruzada manual. Isto é muito representativo, quando este percentual é convertido em produção, uma vez que a variedade Paluma apresenta uma produção estimada de 84,3 kg/planta/ano (Gonzaga Neto *et al.* 2003). Por outro lado, experimento realizado com a mesma variedade, em Taquaritinga-SP, revelou um índice de frutificação, sob condições naturais aos 120 dias de 18,7% (Corrêa *et al.* 2002), muito abaixo do registrado neste trabalho.

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

A análise estatística dos frutos produzidos nos diversos tratamentos de polinização revelou uma correlação positiva entre o peso e o número de sementes. Este resultado demonstra a importância dos serviços de polinização, e está diretamente relacionado à qualidade dos frutos e aumento da produção. Segundo Williams *et al.* (1991), a polinização quando bem conduzida, pode levar a um aumento no número de grãos por vagem ou frutos vingados, melhorar a qualidade dos frutos, encurta o ciclo de

certas culturas agrícolas e ainda uniformizar o amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita. Esta relação foi confirmada, neste trabalho, quando comparamos o número de sementes produzidas nos três tratamentos (Tabela 3). Os frutos resultantes da polinização natural apresentaram uma maior média de peso e número de sementes. A dispersão dos dados em relação à média (C.V.) foi alta. Esta variação pode estar relacionada à ação da diversidade dos visitantes florais registrados os quais apresentam comportamentos diferenciados de pouso e coleta de pólen.

Quanto ao número de espécies de abelhas, foram registradas 11 espécies pertencentes a nove gêneros, visitando as flores da goiabeira. A diversidade de abelhas registrada é também comum em outras espécies de Myrtaceae (Proença & Gibbs 1994, Silva & Pinheiro 2007). Com exceção da espécie exótica *A. mellifera*, todas são abelhas nativas. Estudos realizados no Brasil indicam que *A. mellifera* é usualmente uma das espécies mais abundantes nas comunidades e a que visita o maior número de espécies de plantas com flores disponíveis (Zanella & Martins 2003). A abundância desta espécie na área em estudo pode estar relacionada à disponibilidade de colméias introduzidas e próximas à cultura, como também à presença de colméias naturais em área de Caatinga, no entorno do plantio. De modo semelhante, a frequência registrada para *M. mandacaia*, considerada ameaçada (Martins 2006), foi um dado importante por se tratar de uma área de agricultura intensiva, com áreas de Caatinga degradadas no seu entorno.

Vários trabalhos têm revelado a importância da proximidade da cultura a ambientes naturais, ou semi-naturais, como uma garantia da diversidade de visitantes e dos serviços de polinização (Klein *et al.* 2007, Goulson 2003, Kremen *et al.* 2007). Estudos realizados com a goiabeira revelaram que, em pomares localizados próximos a fragmentos florestais, a taxa de frutificação, sob polinização aberta, foi de 90 a 93%, enquanto que nos pomares distantes foi de 80 a 78%, havendo diferença significativa

entre os resultados (Boti 2001). A destruição ou fragmentação de habitats, para a expansão da agricultura é considerada um dos fatores mais relacionados com a redução da diversidade de espécies de abelhas (Dewenter & Tschardtke 1999). Isso é relevante para algumas espécies de plantas cultivadas, como por exemplo o café (*Coffea arabica*), cuja polinização é incrementada com a diversidade de visitantes (Klein *et al.* 2003).

Estudos recentes têm registrado a eficiência de abelhas sem ferrão como polinizadoras de nove culturas e contribuindo com a polinização de mais de 60 (Heard 1999). Porém no estudo, estas abelhas não foram consideradas polinizadoras eficientes das flores da goiabeira. Resultados semelhantes foram registrados por Alves & Freitas (2006). As colônias naturais dessas abelhas geralmente encontram-se nas áreas de caatinga, porém como a região é de agricultura intensiva, com práticas de manejo que incluem a utilização de agrotóxicos, estes devem causar um grande impacto nas comunidades dessas abelhas. Devido ao seu pequeno porte essas espécies provavelmente são mais sensíveis aos agrotóxicos do que *A. mellifera*, e por apresentarem uma taxa de reprodução mais baixa, têm suas colônias altamente ameaçadas (Slaa *et al.* 2006).

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

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

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

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. E. & FREITAS, B. M. 2006. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista Ciência Agronômica* 37 (2), 216-220.
- BOTI, J. B. 2001. Polinização entomófila da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae): influência da distância de fragmentos. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 57p.
- CODEVASF. 2005. Projeto Senador Nilo Coelho. disponível no site: www.codevasf.gov.br acessado em 24.07.2005
- CORRÊA, M. C. M., PRADO, R. M., NATALE, W., SILVA, M. A. C. & PEREIRA, L. 2002. Índice de pegamento de frutos em goiabeiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, n. 3, p. 783-786.
- D'AVILA, M. & MARCHINI, L. C. 2005. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil. *Boletim de Indústria Animal*, v. 62, n. 1, p.79-90.
- DEWENTER, I. S. & TSCHARNTKE, T. 1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. 1999. *Oecologia*, v. 121, p. 432-440.

EMBRAPA. 2007. Dados Meteorológicos, Estação Agrometeorológica de Maniçoba, Juazeiro-BA. Disponível em www.cpatsa.embrapa.br Acesso em 02.10.2007.

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

GOULSON, D. 2003. Conserving wild bees for crop pollination. *Food, Agriculture & Environment*, v. 1, n. 1, p. 142-144.

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

IBGE. 2006. Produção Agrícola Municipal 2006. Disponível no site: www.ibge.gov.br Acesso em setembro de 2007.

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

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

KREMEN, C., WILLIAMS, N. M., AIZEN, M. A., GEMMILL-HERREN, B., LEBUHN, G., MINCKLEY, R., PACKER, L., POTTS, S. G., ROULSTON, T., STEFFAN-DEWENTER, I., VÁSQUEZ, D.P., WINFREE, R., ADAMS, L., CRONE, E. E., GREENLEAF, S. S., KEITT, T. H., KLEIN, A. M., REGETZ, J. & RICKETTS, T. H. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, v. 10, p. 1-16.

MARTINS, C. F. 2006. Diversity of the bee fauna of the brazilian Caatinga. In: *Pollinating bees The conservation link between agriculture and nature*. (KEVAN, P. G. & IMPERATIS-FONSECA, V. eds) 2.ed. Brasília: MMA, 313p.:il.

PROENÇA, C. & GIBBS, P. E. 1994. Reproductive biology of eight sympatric Mirtaceae from Central Brazil. *New Phytologist*, v. 126, p. 343-354.

RADFORD, A. E., DICKISON, W. C., MASSEY, J. R. & BELL, C. R. 1974. *Vascular plant systematics*. Harper and Row, New York, New York, USA.

SILVA, A. L. G. & PINHEIRO, M. C. B. 2007. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botânica Brasilica*, v. 21, n. 1, p. 235-247.

SINGH, R. & SEHGAL, O. P. 1968. Studies on the blossom biology of *Psidium guajava* L. (guava) 2, Pollen studies receptivity pollination and fruit set. Indian Journal of Horticulture, v. 25, p. 52-59.

SLAA, E. J. & BIESMEIJER, K. 2005. Flower constancy. In: Practical Pollination Biology (Dafni, A.; Kevan, P. G. & Husband, B. C., eds.) Enviroquest, Ltd. Cambridge, p. 381-400.

SLAA, E. J., CHAVES, L. A. S., BRAGA, K. S. M. & HOFSTEDDE, F. E. 2006. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. Apidologie, v. 37, p. 293-315.

WESTERKAMP, C. & GOTTSBERGER, G. 2000. Diversity pays in crop pollination. Crop Science, v. 40, p. 1209-1222.

WILLIAMS, I. H., CORBERT, S. A. & OSBORNE, J. L. 1991. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. Bee World , v. 72, n. 4, p. 170-180.

WILSON , G. W., O'BRIEN, M. M., GADEK, P. A. & QUINN, C. J. 2001. Myrtaceae revisited : A reassessment of intrafamilialmgroups. American Journal of Botany, v. 88 , n. 11, p. 2013-2025.

ZANELLA, F. C. V. & MARTINS, C. F. 2003. Abelhas da Caatinga: Biogeografia, Ecologia e Conservação. In: Leal, I.R.; Tabarell, M.; Silva, J.M.C.. (Org.).

Ecologia e Conservação da Caatinga. CDD 5745265. Recife: Editora
Universitária, UFPE, p. 75-134.

ZEISLER, M. 1938. Über die Abgrenzung der eigentlichen Narbenfläche mit Hilfe von
Reaktionen. Beihefte zum Botanische Zentralblatt, v. 58, p.308-318.

3. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com os estudos de campo e laboratório, nas quatro espécies de frutíferas selecionadas conduzem às seguintes conclusões:

- Os estudos comparativos nos sistemas de cultivo orgânico e convencional revelaram que as práticas adotadas influenciam não só a floração, mas principalmente a diversidade e frequência dos visitantes florais;
- As características inerentes às variedades de frutíferas exercem papel relevante na atratividade dos polinizadores, podendo interferir no sucesso reprodutivo, merecendo atenção especial na implantação dos cultivos;
- Há um incremento na frutificação para a maioria das frutíferas estudadas, quando as flores são abertas a polinização natural, indicando a importância dos visitantes florais na produção;

- Na maioria dos cultivos, foram registradas espécies de abelhas nativas como responsáveis pelos serviços de polinização, porém em nenhuma cultura as práticas de manejo priorizam ou beneficiam estas espécies e seus serviços;
- As áreas de vegetação nativa no entorno pode influenciar na diversidade e na abundância de abelhas nas culturas, desempenhando papel fundamental como local para nidificação e alimentação, principalmente nas frutíferas polinizadas por abelhas nativas;
- As frutíferas desempenham importante papel na oferta de recurso alimentar, o que refletiu na diversidade de grupos registrados entre os visitantes florais;
- O agroecossistema estudado apresentou uma limitação de polinizadores e serviços de polinização, em especial das espécies de abelhas nativas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A continuidade dos estudos é de suma importância uma vez que, o agroecossistema estudado apresenta características diferenciadas devido não só a diversidade de cultivos, mas principalmente a região de Caatinga onde se encontra inserido. Neste contexto, o pólo Petrolina-PE/Juazeiro-BA, representa um marco, no desenvolvimento da fruticultura na região Semi-Árida. Assim, se por um lado os avanços tecnológicos tornam o agroecossistema altamente produtivo, por outro lado, os impactos causados nas populações nativas, determinando um desequilíbrio ecológico, colocando em risco a sua própria manutenção.

Durante o desenvolvimento dos estudos, foi possível constatar que as práticas de manejo adotadas nos cultivos, não estão integradas com as necessidades de polinização das culturas. Apesar da cultura da manga ser a mais tecnificada, e a única submetida à

produção Integrada de Frutas, não inclui no seu manejo, práticas que propiciem condições de manutenção e multiplicação dos polinizadores.

Dessa forma, a quantificação dos serviços de polinização representaria uma ferramenta valiosa a ser incluída nos custos de produção, tornando mensurável o seu efeito e assim, influenciando os produtores na adoção de práticas de manejo que possibilitem a sua viabilização.

Outro ponto a considerar, é que, embora *Apis mellifera* seja uma espécie de grande potencial econômico, tanto no incremento da produção de frutos, como também na produção de mel e seus derivados, a introdução dessas abelhas como agentes polinizadores das culturas de *Mangifera indica* L. e *Psidium guajava* L., deve ser feita com cautela, uma vez que, a tendência natural seria o aumento da população dessas abelhas. Além disso, não há estudos de impacto ambiental ocasionado pelas mesmas, sendo necessárias pesquisas nesta área a fim de avaliar as reais interações com as espécies de plantas nativas visitadas e as espécies de polinizadores nativos. A apicultura em áreas próximas aos cultivos de *Passiflora edulis* poderia se tornar um problema econômico e também social.

Estudos de monitoramento das populações de abelhas do gênero *Xylocopa*, nas áreas próximas aos plantios, juntamente com as populações de umburana de cambão, servirão de subsídios à adoção de práticas que propiciem a manutenção e reprodução desses polinizadores, permitindo assim, a integração equilibrada entre a produção agrícola e as áreas nativas do entorno.

5. ANEXOS

5.1. Anexo I

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Revista Brasileira de Fruticultura • [Forma e preparação de manuscritos](#)

ISSN 0100-2945 *versión impresa*
ISSN 1806-9967 *versión online*

Forma e preparação de manuscritos

1. A Revista Brasileira de Fruticultura (RBF) destina-se à publicação de artigos e comunicações técnico-científicos na área da fruticultura, referentes a resultados de pesquisas originais e inéditas, redigidas em **português, espanhol** ou **inglês**, e ou 1 ou 2 revisões por número, de autores convidados.

2. É imperativo que todos os autores assinem o ofício de encaminhamento mencionando que: “OS AUTORES DECLARAM QUE O REFERIDO TRABALHO NÃO FOI PUBLICADO ANTERIORMENTE, OU ENCAMINHADO PARA PUBLICAÇÃO À OUTRA REVISTA E CONCORDAM COM A SUBMISSÃO E TRANSFERÊNCIA DOS DIREITOS DE PUBLICAÇÃO DO REFERIDO ARTIGO PARA A REVISTA.”, deve indicar a natureza da publicação (ARTIGO OU COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA). De acordo com a natureza da publicação, o mesmo deverá ser redigido de acordo com as respectivas normas. Trabalhos submetidos como artigo não serão julgados ou publicados na forma de Comunicação Científica e vice-versa.

3. Os trabalhos devem ser encaminhados (SEM DISQUETE) em quatro vias (3 vias sem o nome do(s) autor(es) para serem utilizadas pelos assessores e uma via completa para o arquivo, incluindo e-mail), em papel tamanho carta (216 x 279mm), numeradas, com margens de 2 cm, em espaço um e meio, letra Times New Roman, no tamanho 13 e escritos em uma única face do papel.

4. O texto deve ser escrito corrido, numerando linhas e parágrafos. Tabelas e figuras em folhas separadas, no final do artigo.

5. O Custo para publicação na RBF é de R\$ 250,00 por trabalho de 12 páginas (R\$ 50,00 por página adicional) a ser pago da seguinte forma:

No encaminhamento inicial efetuar o pagamento de R\$ 45,00 e na aceitação do trabalho o restante da taxa:

- a) R\$ 105,00 para sócios;
- b) R\$ 205,00 para não sócios.
- c) **Banco do Brasil, agência nº 0269-0 e Conta Corrente nº 8356-9 (enviar cópia do comprovante)**

OBS: Para trabalhos denegados ou encerrados, não será devolvido o pagamento

inicial.

6. Enviar os trabalhos para o editor-chefe da RBF, Prof. Carlos Ruggiero, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane,s/n – Unesp/FCAV -CEP 14884-900 – Jaboticabal-SP - email: rbf@fcav.unesp.br . home page: www.rbf.org.br .

7. Uma vez publicados, os trabalhos poderão ser transcritos, parciais ou totalmente, mediante citação da RBF, do(s) autor(es) e do volume, número, paginação e ano. As opiniões e conceitos emitidos nos artigos são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

8. Os artigos deverão ser organizados em **Título, Nomes dos Autores completos (sem abreviações e separados por vírgula, e de dois autores, separadas por &), Resumo (incluindo Termos para Indexação), Title, Abstract (incluindo Index Terms), Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusão, Agradecimentos (opcional), Referências Bibliográficas, Tabelas e Figuras. O artigo deve ser** submetido à correção de Português e Inglês, por profissionais habilitados, antes de ser encaminhado à RBF.

9. As comunicações devem ter estrutura mais simples 8 páginas, com texto corrido, sem destacar os itens, exceto Referências.

10. No **Rodapé** da primeira página, deverão constar a qualificação profissional, o endereço e e-mail atualizados do(s) autor(es) e menções de suporte financeiro.

11. As **Legendas** das Figuras e Tabelas deverão ser auto-explicativas e concisas. As Figuras coloridas terão um custo adicional de R\$250,00 em folhas que as contenham. As legendas, símbolos, equações, tabelas,etc. deverão ter tamanho que permita perfeita legibilidade, mesmo numa redução de 50% na impressão final da revista; parte alguma da Figura deverá ser datilografada; a chave das convenções adotadas deverá ser incluída na área da Figura; a colocação de título na Figura deverá ser evitada, se este **puder** fazer parte da legenda; as fotografias deverão ser de boa qualidade, bem focalizadas e de bom contraste, e serão colocadas em envelopes; cada Figura será identificada na margem, a traço leve de lápis, pelo seu número e nome do autor; as Figuras não devem estar danificadas com grampos.

12. Nas Tabelas, devem-se evitar as linhas verticais e usar horizontais, apenas para a separação do cabeçalho e final das mesmas, evitando o uso de linhas duplas.

13. **Apenas a versão final do artigo deve ser acompanhada por cópia em disquete OU cd**, usando-se preferencialmente os programas Word for Windows (texto) e Excel (gráficos).

14. As citações de autores no texto deverão ser feitas com letras minúsculas, tanto fora quanto dentro dos parênteses, separadas por “&”, quando dois autores. Quando mais de dois autores, citar o primeiro seguido de “et al”. (não use “itálico”).

REFERÊNCIAS :

NORMAS PARA REFERENCIA (ABNT NRB 6023, Ago. 2002)

As referencias no fim do texto deverão ser apresentadas em ordem alfabética nos seguintes formatos:

ARTIGO DE PERIODICO

AUTOR (es). Titulo do artigo. **Titulo do periódico**, local de publicação, v., n., p., ano.

ARTIGO DE PERIODICO EM MEIO ELETRONICO

AUTOR(es). Titulo do artigo. **Titulo do Periódico**, cidade, v., n., p., ano.

Disponível em:<endereço eletrônico>. Acesso em: dia mês (abreviado). ano

AUTOR(es). Titulo do artigo. **Titulo do Periódico**, local de publicação, v., n. p., ano. CD-ROM

LIVRO

AUTOR(es). **Titulo**: subtítulo. edição (abreviada). Local: Edidora, ano. p. (total ou parcial)

CAPITULO DE LIVRO

AUTOR. Titulo do capitulo. In: AUTOR do livro. **Titulo**: subtítulo. edição(abreviada). Local: Editora, ano. paginas do capítulo.

LIVRO EM MEIO ELETRONICO

AUTOR(es). **Titulo**. edição(abreviada). Local: Editora, ano. p. (total ou parcial).

Disponível em<endereço eletrônico>.Acesso em: dia mês (abreviado). Ano

AUTOR (es). **Titulo**. edição(abreviada). Local: Editora, ano. p. CD-ROM

EVENTOS

AUTOR.Titulo do trabalho. In: NOME DO EVENTO, numeração, ano, local de realização.

Titulo...Local de publicação: editora, ano de publicação. p.

EVENTOS EM MEIO ELETRONICO

AUTOR. Titulo do trabalho. In: NOME DO EVENTO, numeração, ano, local de realização. **Titulo**...Local de publicação: Editora, data de publicação. Disponível em:

<endereço eletrônico>. Acesso em: dia mês (abreviado) ano.

AUTOR. Titulo do trabalho. In: NOME DO EVENTO, numeração, ano, local de realização. **Titulo**...Local de publicação: Editora, ano de publicação. CD-ROM

DISSERTAÇÃO, TESES E TRABALHOS DE GRADUAÇÃO

AUTOR. Título. ano. Numero de folhas ou volumes. Categoria da Tese (Grau e área de concentração)- Nome da faculdade, Universidade, ano.

NORMAS PARA TABELAS E FIGURAS:

Tabela - Microsoft Word 97 ou versão superior; Fonte: Times New Roman, tamanho 10; Parágrafo/Espaçamento simples; Largura da tabela em 10 ou 20,6 cm; Além de mandar a tabela no mesmo arquivo do trabalho, enviar cada tabela em arquivos separados; O título ou rodapé deverá ser digitado no MS Word.

Gráfico - Microsoft Excel/ Word 97 ou versão superior; Fonte: Times New Roman, tamanho 10; Parágrafo/Espaçamento simples; Largura da tabela em 10 ou 20,6 cm; Além de estar no corpo do trabalho, o gráfico deverá ser enviado separadamente, como imagem (na extensão jpg, tif ou gif com 300 dpi de resolução), e como arquivo do Excel atentando para as especificações de largura e fonte; O título ou rodapé deverá ser digitado no MS Word.

Fotos - Todas as fotos deverão estar com 300 dpi de resolução em arquivo na extensão: jpg, jpeg, tif ou gif; Além de estarem no corpo do trabalho, as fotos devem estar em arquivos separados; O título ou rodapé deverá ser digitado no MS Word.

Figuras ou imagens geradas por outros programas – As imagens geradas por outros programas que não sejam do pacote Office Microsoft, devem estar com 300 dpi na extensão: jpg, tif ou gif; Largura de 10 ou 20,6 cm; O título ou rodapé deverá ser digitado no MS Word.

[\[Home\]](#) [\[Sobre esta revista\]](#) [\[Corpo Editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)

© 2002-2008 Sociedade Brasileira de Fruticultura

Revista Brasileira de Fruticultura
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
14884-900 Jaboticabal SP Brazil
Tel.: +55 16 3209-2692



rbf@fcav.unesp.br

5.2 Anexo II

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Revista
Brasileira
de Botânica

ISSN 0100-8404 *versão
impressa*
ISSN 1806-9959 *versão on-
line*

- [Objetivo](#)
- [Normas editoriais](#)
- [Instruções aos autores](#)

Objetivo

A **Revista Brasileira de Botânica** é a publicação oficial da Sociedade Botânica de São Paulo - [SBSP](#), cujo objetivo é publicar artigos originais de pesquisa científica em Botânica, em português, espanhol ou inglês.

Normas editoriais

Os manuscritos completos (incluindo figuras e tabelas), **em quatro cópias**, devem ser enviados ao [Editor Responsável](#) da **Revista Brasileira de Botânica** no [endereço abaixo](#).

A aceitação dos trabalhos depende da decisão do Corpo Editorial. Os artigos devem conter as informações estritamente necessárias para a sua compreensão. Artigos que excedam 15 páginas impressas (cerca de 30 páginas digitadas, incluindo figuras e tabelas), poderão ser publicados, a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) o custo adicional de sua publicação**. Igualmente, **fotografias coloridas** poderão ser publicadas a critério do Corpo Editorial, **devendo o(s) autor(es) cobrir(em) os custos de publicação** das mesmas. As notas científicas deverão apresentar contribuição científica ou metodológica original e não poderão exceder 10 páginas digitadas, incluindo até 3 ilustrações (figuras ou tabelas). Notas científicas seguirão as mesmas normas de publicação dos artigos completos. Serão fornecidas gratuitamente 20 separatas dos trabalhos nos quais pelo menos um dos autores seja sócio quite da SBSP. Para os demais casos, as separatas poderão ser solicitadas por ocasião da aceitação do trabalho e fornecidas mediante pagamento.

Instruções aos autores

Preparar todo o manuscrito com numeração seqüencial das páginas utilizando: Word for Windows versão 6.0 ou superior; papel A4, todas as margens com 2 cm; fonte Times New Roman, tamanho 12 e espaçamento duplo. Deixar apenas um espaço entre as palavras e não hifenizá-las. Usar tabulação (tecla Tab) apenas no início de parágrafos. Não usar negrito ou sublinhado. Usar itálico apenas para nomes científicos ou palavras e expressões em latim.

Formato do manuscrito

Primeira página - Título: conciso e informativo (em negrito e apenas com as iniciais maiúsculas); nome completo dos autores (em maiúsculas); filiação e endereço completo como nota de rodapé, indicando autor para correspondência e respectivo e-mail; título resumido. Auxílios, bolsas recebidas e números de processos, quando for o caso, devem ser referidos no item Agradecimentos.

Segunda página - ABSTRACT (incluir título do trabalho em inglês), RESUMO (incluir título do trabalho em português), Key words (até 5, em inglês). O Abstract e o Resumo devem conter no máximo 250 palavras.

Texto - Iniciar em nova página colocando seqüencialmente: Introdução, Material e métodos, Resultados/ Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas.

Citar cada figura e tabela no texto em ordem numérica crescente. Colocar as citações bibliográficas de acordo com os exemplos: Smith (1960) / (Smith 1960); Smith (1960, 1973); Smith (1960a, b); Smith & Gomez (1979) / (Smith & Gomez 1979); Smith *et al.* (1990) / (Smith *et al.* 1990); (Smith 1989, Liu & Barros 1993, Araujo *et al.* 1996, Sanches 1997).

Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações de material botânico, incluindo ordenadamente: local e data de coleta, nome e número do coletor e sigla do herbário, conforme os modelos a seguir: BRASIL: Mato Grosso: Xavantina, s.d., H.S. Irwin s.n. (HB 3689). São Paulo: Amparo, 23/12/1942, J.R. Kuhlmann & E.R. Menezes 290 (SP); Matão, ao longo da BR 156, 8/6/1961, G. Eiten *et al.* 2215 (SP, US).

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (S.E. Sanchez, dados não publicados)

Citar números e unidades da seguinte forma:

- Escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades ou indiquem numeração de figuras ou tabelas.
- Utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos artigos escritos em inglês (10.5 m).
- Separar as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas); utilizar abreviações sempre que possível.
- Utilizar, para unidades compostas, exponenciação e não barras (Ex.: mg.dia⁻¹ ao invés de mg/dia, $\mu\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$ ao invés de $\mu\text{mol}/\text{min}$).

Não inserir espaços para mudar de linha, caso a unidade não caiba na mesma linha.

Não inserir figuras no arquivo do texto.

Referências bibliográficas - Indicar ao lado da referência, a lápis, a página onde a mesma foi citada.

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos:

ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

YEN, A.C. & OLMSTEAD, R.G. 2000. Phylogenetic analysis of *Carex* (Cyperaceae): generic and subgeneric relationships based on chloroplast DNA. *In* *Monocots: Systematics and Evolution* (K.L. Wilson & D.A. Morrison, eds.). CSIRO Publishing, Collingwood, p.602-609.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. *In* *Flora brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds.). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

DÖBEREINER, J. 1998. Função da fixação de nitrogênio em plantas não leguminosas e sua importância no ecossistema brasileiro. *In* *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros* (S. Watanabe, coord.). ACIESP, São Paulo, v.3, p.1-6.

FARRAR, J.F., POLLOCK, C.J. & GALLAGHER, J.A. 2000. Sucrose and the integration of metabolism in vascular plants. *Plant Science* 154:1-11.

Citar dissertações ou teses **somente em caráter excepcional**, quando as informações nelas contidas forem imprescindíveis ao entendimento do trabalho e quando não estiverem publicadas na forma de artigos científicos. Nesse caso, utilizar o seguinte formato:

SANO, P.T. 1999. Revisão de *Actinocephalus* (Koern.) Sano - Eriocaulaceae. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Não citar resumos de congressos.

Tabelas

Usar os recursos de criação e formatação de tabela do Word for Windows. Evitar abreviações (exceto para unidades).

Colocar cada tabela em página separada e o título na parte superior conforme exemplo:

Tabela 1. Produção de flavonóides totais e fenóis totais (% de peso seco) em folhas de *Pyrostegia venusta*.

Não inserir linhas verticais; usar linhas horizontais apenas para destacar o cabeçalho e para fechar a tabela.

Em tabelas que ocupem mais de uma página, acrescentar na(s) página(s) seguinte(s) "(cont.)" no início da página, à esquerda.

Figuras

Submeter **um conjunto de figuras originais** em preto e branco e **três cópias** com alta

resolução.

Enviar ilustrações (pranchas com fotos ou desenhos, gráficos mapas, esquemas) no **tamanho máximo de 15 x 21 cm**, incluindo-se o espaço necessário para a legenda. Não serão aceitas figuras que ultrapassem o tamanho estabelecido ou que apresentem qualidade gráfica ruim. Figuras digitalizadas podem ser enviadas, desde que possuam nitidez e que sejam impressas em papel fotográfico ou "glossy paper".

Gráficos ou outras figuras que possam ser publicados em uma única coluna (7,2 cm) serão duzidos; atentar, portanto, para o tamanho de números ou letras, para que continuem visíveis após a redução. Tipo e tamanho da fonte, tanto na legenda quanto no gráfico, deverão ser os mesmos utilizados no texto. Gráficos e figuras confeccionados em planilhas eletrônicas **devem ser acompanhados do arquivo com a planilha original**.

Colocar cada figura em página separada e o conjunto de legendas das figuras, seqüencialmente, em outra(s) página(s).

Utilizar escala de barras para indicar tamanho. A escala, sempre que possível, deve vir à esquerda da figura; o canto inferior direito deve ser reservado para o número da(s) figura(s).

Detalhes para a elaboração do manuscrito são encontrados nas últimas páginas de cada fascículo. Sempre que houver dúvida consulte o fascículo mais recente da Revista.

O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pelo Corpo Editorial, tanto quanto ao mérito científico como quanto ao formato gráfico. A versão final do trabalho, aceita para publicação, deverá ser enviada em uma via impressa e em disquete, devidamente identificados.

1

[\[Home\]](#) [\[Sobre esta revista\]](#) [\[Corpo editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)

© 2008 SBSP

Caixa Postal 57088
04093-970 São Paulo SP Brasil
Tel.: +55 11 5584-6300 - ramal 225
Fax: +55 11 577-3678

e-Mail

rbbot@ig.com.br

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)