

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO (*Gossypium
hirsutum*) EM QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ, ESTADO DO CEARÁ,
E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA FIBRA E SEMENTE**

EVA MONICA SARMENTO DA SILVA
Zootecnista

**FORTALEZA - CE
OUTUBRO – 2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO (*Gossypium
hirsutum*) EM QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ, ESTADO DO CEARÁ
E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA FIBRA E SEMENTE**

EVA MONICA SARMENTO DA SILVA

**FORTALEZA - CE
OUTUBRO – 2007**

EVA MONICA SARMENTO DA SILVA

ABELHAS VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*) EM QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ, ESTADO DO CEARÁ E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA FIBRA E SEMENTE

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, do qual participam a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientação

Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas – Orientador

**FORTALEZA – CE
OUTUBRO - 2007**

S579a Silva, Eva Monica Sarmento da

Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, Estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente [manuscrito] / Eva Monica Sarmento da Silva ; Breno Magalhães Freitas (orient.)

118 f. : il. color. ; enc.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007

Área de Concentração: Produção Animal

1. Polinização - Eficiência 2. Algodão - Produção 3. Requerimentos de polinização da cultura I. Freitas, Breno Magalhães (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Doutorado Integrado em Zootecnia III. Título

CDD 636.08

EVA MONICA SARMENTO DA SILVA

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*) EM
QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ, ESTADO DO CEARÁ
E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA FIBRA E SEMENTE**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 11 de outubro de 2007

Comissão Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª Márcia de Fátima Ribeiro
Embrapa Semi-Árido

Prof^ª. Dr^ª Adriana Evangelista-Rodrigues
Universidade Federal da Paraíba
Departamento de Zootecnia/CCA

Prof. Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará
Departamento de Zootecnia/ CCA

Prof. Dr. Raimundo Maciel Sousa
Instituto Centec/Fatec-Sertão Central

Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas
Universidade Federal do Ceará
Departamento de Zootecnia/ CCA
Presidente

À Deus, pelo milagre da vida e por conceder-me força para vencer mais um desafio.

Aos meus pais José Francisco da Silva (José Furtado) e Maria José Sarmiento da Silva, por me ensinarem a viver com dignidade e lutar por meus objetivos. A vocês minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, Maria do Socorro Sarmiento, Tânia Maria Sarmiento, Aldair José Sarmiento, Gerlania Sarmiento, Francisco Furtado Neto, Maria José Sarmiento Filha e Maria Gorete Sarmiento, pelo apoio e presença constante em todas as páginas de minha história.

Aos meus sobrinhos Antônio José Sarmiento da Nóbrega, Ana Karoline Sarmiento da Nóbrega, Heitor Camara Sarmiento, Airton José Saiki Sarmiento e Êrico Camara Sarmiento, pelo carinho.

Aos meus avós, Francisco Marques Furtado e Generosa Maria de Jesus, pelo o exemplo de vida.

“O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis”.

Fernando Pessoa

Com carinho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Foi um privilégio ter compartilhado essa etapa de minha vida com pessoas, as quais, com seu entusiasmo e incentivo, tornaram possível a realização desse trabalho. Gostaria de registrar aqui minha gratidão.

Agradeço a Universidade Federal do Ceará, através do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade da realização da presente tese.

Ao CNPq, pela bolsa de doutorado concedida.

Ao meu orientador Professor Breno Magalhães Freitas, pela orientação, incentivo, amizade, confiança e ensinamentos transmitidos no decorrer do curso.

À amiga Dr. Márcia de Fátima Ribeiro, pelo incondicional apoio e auxílio na pesquisa.

À Dr. Adriana Evangelista-Rodrigues, pelas valiosas sugestões ao trabalho.

Ao Dr. Raimundo Maciel Sousa, pelas valiosas sugestões e contribuições a esta pesquisa.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pela prestesa e auxílio na melhoria deste trabalho.

Aos Professores Sônia Maria Pinheiro, Ednardo Rodrigues Freitas, Magno José Duarte Cândido e Elzânia Sales e Zelma de Bastos de Araújo, pelo apoio incondicional e sincera amizade.

À Secretaria da Agricultura do Ceará na pessoa de Roberto Virginio.

Ao Engenheiro Agrônomo Tarcisio do Rego da EMATERCE de Quixeramobim.

Ao produtor José Ciro Estevan pela concessão da área experimental em Quixeramobim.

Ao técnico Agrícola Francisco Hermano do Carmo por sua indispensável participação nas coletas de campo.

À Empresa de algodão Santana Têxtil, na pessoa de Alberto por ter cedido os campos de produção comercial em Quixeré- CE, para realização desta pesquisa.

À EMBRAPA algodão de Campina Grande – PB, na pessoa do Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, pela realização das análises tecnológicas da fibra.

À Dra. Favízia Freitas de Oliveira, da Universidade Estadual de Feira de Santana – BA, pela identificação das abelhas.

À Prof. Silvia Maria de Freitas, pelo fundamental auxílio nas análises estatísticas.

A todos do Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Ceará pela colaboração nos testes de qualidade fisiológica das sementes.

A estadia em Fortaleza teve altos e baixos, como não poderia deixar de ser. Contudo o conhecimento adquirido e as amizades feitas foram de um valor inestimável. Posso dizer que foram momentos muito agradáveis e deixarão saudades.

“A amizade é um tesouro especial que nem o tempo e nem à distância transformam. A magia de uma amizade nos permite compartilhar sentimentos felizes ou dolorosos e expressar nossos pensamentos sem medo de sermos julgados”. A minha amiga, irmã Rossana Herculano.

“Amigos são como flores, porque as flores além de sua graciosidade deixam perfumes nas mãos de quem às colhem. Assim são os amigos, cada um traz consigo uma essência características de sua personalidade. Cada amigo que colhemos no jardim da vida tem sua essência, alguns tem ela mais concentrada, outros, equilibrada, e outros ainda tão suave que só com a alma podemos senti-la”. As minhas amigas: Helena oliveira, Cristiane Pamplona, Gyselle Aguiar e Karoline Batista.

Aos amigos paraibanos, Maria do Socorro Caldas, Tatiana Gouveia, Jaime Araújo, Leossávio C. de Souza, Belísia Lúcia Toscano e Alexandre Neto, pelo companheirismo e amizade.

Aos colegas da pós-graduação, Irani Ribeiro V. Lopes, Maria Marieta M. Vieira, Bartolomeu Neto Oliveira, Joaquim Bezerra da Costa, Marcilio Costa Teixeira, Márcio José A. Peixoto, Ludmila Beliche, Roberto Cláudio F. Pompeu, José Antônio A. Cutrim Júnior.

À Albanita Loreto, por suas orações.

Aos amigos da Apicultura, Júlio Otávio Portela Pereira, Fábria Melo Pereira, Darci de Oliveira Cruz, Marcelo de Oliveira Milfont, Ednir Oliveira Santiago, Társo Thiago Lopes Alves, Igor Torres Reis, Thiago Mahlmann, Michelle Guimarães, José Everton Alves, Afonso Odério Nogueira Lima, Patrícia Barreto, Marcelo Casimiro Cavalcante, Daniele Duarte, Weverton Filgueira Pacheco e, em especial, Isac Gabriel Abrahão Bonfim e Rômulo Augusto Guedes Rizzardo (chapinha).

Ao aluno do curso da Ciência da Computação, Ricardo Palácio pela colaboração neste trabalho.

À secretária da pós-graduação Francisca Prudêncio.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

LUAR DO SERTÃO

Não há, oh gente
oh não, luar
Como esse do sertão
Oh que saudade
Do luar da minha terra
Lá na serra branquejando
folhas secas pelo chão

Este luar cá da cidade
Tão escuro
Não tem aquela saudade
Do luar lá do sertão

Não há, oh gente.....

Se a lua nasce
Por detrás da verde mata
Mais parece um sol de prata
Prateando a solidão

E a gente pega
Na viola que ponteia
E a canção
É a lua cheia
A nos nascer do coração

Não há, oh gente...

Coisa mais bela
Neste mundo não existe
Do que ouvir-se um galo triste
No sertão, se faz luar

Parece até que a alma da lua
É que descanta
Escondida na garganta
Desse galo a soluçar

Catulo da Paixão Cearense

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	XVII
ABSTRACT	XIX
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
CAPÍTULO 1	3
REFERENCIAL TEÓRICO	3
1 – IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS	4
1.1 – A cultura do algodão	6
1.2 – Importância econômica	7
1.3 - Produção e produtividade do algodão	8
1.4 Biologia floral	9
1.4.1 – Flor.....	9
1.4.2 – Padrões de secreção de néctar.....	9
1.4.3 – Produção de pólen.....	10
1.5 -Visitantes florais.....	10
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO 2	15
DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA DOS VISITANTES FLORAIS DO ALGODOEIRO (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) NOS MUNICÍPIOS DE QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ NO ESTADO DO CEARÁ.	15
Resumo.....	16
Abstract.....	17
1 – INTRODUÇÃO	18
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	19
2.1. Área experimental.....	19
2.1.1 – Localização	19
2.1.2 – Clima.....	19
2.1.3 – Solo e relevo	19
2.1.4 – Implantação da cultura.....	19
2.1.5 – Coleta dos visitantes florais	20
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4 – CONCLUSÕES	28
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

CAPÍTULO 331

**COMPORTAMENTO DE PASTEJO DOS VISITANTES FLORAIS DO
ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) NOS MUNICÍPIOS DE QUIXERAMOBIM
E QUIXERÉ NO ESTADO DO CEARÁ.31**

Resumo..... 32

Abstract..... 33

1- INTRODUÇÃO..... 34

2 - MATERIAL E MÉTODOS..... 36

2.1. Área experimental..... 36

2.2. Frequência e comportamento de abelhas pastejando as flores do algodoeiro..... 36

2.3 Análise estatística 36

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 38

3.1 Frequência de abelhas pastejando as flores do algodoeiro..... 38

3.2 Comportamento de pastejo dos visitantes nas flores do algodoeiro..... 41

3.2.2 Frequência de visita das abelhas *Apis mellifera* nos nectários extraflorais e florais em
Quixeramobim e Quixeré..... 45

4 – CONCLUSÕES 50

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

CAPÍTULO 453

**BIOLOGIA FLORAL, REQUERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO E EFICIÊNCIA
POLINIZADORA DE *Apis mellifera* NO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.)
EM QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ – CE. 53**

Resumo..... 54

Abstract..... 55

1. INTRODUÇÃO 56

2. MATERIAL E MÉTODOS 57

2.1. Área experimental..... 57

2.2- Biologia floral 57

2.2.1 Longevidade da flor, deiscência das anteras e receptividade dos estigmas..... 57

2.2.2 – Germinabilidade *in vitro* e viabilidade do pólen do algodão 57

2.3 Requerimentos de polinização do algodoeiro e eficiência de polinização de *Apis mellifera*..... 58

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... 59

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO 61

3.1. Biologia floral..... 61

3.1.1 Antese e senescência das flores do algodoeiro..... 61

3.1.2 Liberação do pólen..... 63

3.1.3 Receptividade do estigma..... 63

3.1.4 Germinabilidade *in vitro* do pólen do algodão em diferentes concentrações de sacarose..... 64

3.2 Requerimentos de polinização do algodoeiro e eficiência de polinização de *Apis mellifera*..... 66

3.2.1 – Vingamento inicial e persistência dos frutos em função do tipo de polinização em Quixeramobim e Quixeré.....	66
3.2.2 – Peso do capulho, da semente, da fibra e número de sementes em função do tipo de polinização em Quixeramobim	68
3.2.3 – Peso do capulho, da semente, da fibra e número de sementes em função do tipo de polinização em Quixeré.....	70
3.2.4 – Comparação do peso do capulho, sementes, fibra e número de sementes por fruto do algodoeiro, em função do tipo de polinização em Quixeramobim e Quixeré.	71
4- CONCLUSÕES.....	75
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CAPÍTULO 5.....	78
INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO, INCLUSIVE POR <i>Apis mellifera</i>, NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DA FIBRA E SEMENTES DE ALGODÃO HERBÁCEO PRODUZIDO NOS MUNICÍPIOS DE QUIXERAMOBIM E QUIXERÉ, ESTADO DO CEARÁ.....	78
RESUMO	79
ABSTRACT	80
1-INTRODUÇÃO.....	81
2-MATERIAL E MÉTODOS.....	82
2.1. Teste de germinação das sementes em função do tipo de polinização.....	82
2.2. Características intrínsecas da fibra	83
2.3 – Análise estatística	84
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
3.1 Avaliação fisiológica das sementes	85
3.1.1 Germinação e primeira contagem em Quixeramobim e Quixeré.....	85
3.1.2- Emergência de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.....	86
3.1.3- Índice de velocidade de emergência de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.....	87
3.1.4 – Comparação do envelhecimento acelerado de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.....	88
3.1.5 – Comparação da matéria seca de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.	89
3.2 – Características intrínsecas da fibra em Quixeramobim e Quixeré.	90
4- CONCLUSÕES.....	94
5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) coletados no município de Quixeramobim-CE, de 06 a 30 de junho de 2006.	23
Tabela 2	Visitantes florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) coletados no município de Quixeré-CE, de 21 de junho a 05 de julho de 2006.	23
Tabela 3	Frequência relativa (%) dos visitantes florais encontrados nas flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) no município de Quixeramobim - CE.	25
Tabela 4	Frequência relativa (%) dos visitantes florais encontrados nas flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) no município de Quixeré.	25

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Insetos visitantes das flores do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) e suas abundâncias em diferentes horários ao longo do dia, em Quixeramobim – CE.	40
----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Receptividade do estigma das flores de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em diferentes horário.	64
Tabela 2	Vingamento inicial e persistência dos frutos de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em função do tipo de polinização em Quixeramobim e Quixeré.	68
Tabela 3	Peso médio dos capulhos e sementes de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>), oriundos de cinco formas de polinização em Quixeramobim – CE.	69
Tabela 4	Peso médio dos capulhos e sementes de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>), oriundos de cinco formas de polinização em Quixeré – CE.	71
Tabela 5	Peso do capulho, sementes, fibra e número de sementes do algodoeiro oriundos da autopolinização manual, polinização por <i>Apis mellifera</i> , polinização cruzada manual, polinização aberta e polinização restrita do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em Quixeramobim e Quixeré – CE.	73

Tabela 6	Médias das temperaturas máximas e mínimas em Quixeramobim e Quixeré- CE, no período experimental.	74
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 5

Tabela 1	Valores médios relativos à germinação (%) e primeira contagem de sementes de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i>) referentes aos cinco tipos de polinizações em Quixeramobim e Quixeré.	85
Tabela 2	Porcentagem de emergência de plântulas (%) de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) em função de cinco tipos de polinização: polinização por <i>Apis mellifera</i> , polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará.	87
Tabela 3	Influência de diferentes tipos polinizações: polinização por <i>Apis mellifera</i> , polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual no índice de velocidade de emergência de plântulas em sementes de <i>Gossypium hirsutum</i> em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará.	88
Tabela 4	Resultados do teste de envelhecimento acelerado, usando-se cinco tipos de polinização: polinização por <i>Apis mellifera</i> , polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em dois municípios diferentes, em sementes de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>).	89
Tabela 5	Resultados da matéria seca, usando-se cinco tipos de polinização: polinização por <i>Apis mellifera</i> , polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em Quixeramobim e Quixeré, em sementes de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>).	90
Tabela 6	Qualidade de fibra em função dos tipos de polinizações em Quixeramobim – CE.	92
Tabela 7	Qualidade da fibra do algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) em função dos tipos de polinização: polinização por <i>Apis mellifera</i> , polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em Quixeré- CE	93

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

Figura 1	Padrão médio de visitação de insetos às flores de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em Quixeramobim – CE.	39
Figura 2	Frequência média de visitantes às flores de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) em Quixeré – CE).	41
Figura 3	Abelha <i>Apis mellifera</i> coletando néctar nos nectários extrafloral do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>).	42
Figura 4	Abelha <i>Apis mellifera</i> coletando néctar nos nectários florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>).	42
Figura 5	<i>Apis mellifera</i> pousada em uma folha, limpando-se e rejeitando o pólen de <i>Gossypium hirsutum</i> .	43
Figura 6	Grão de pólen de <i>Gossypium hirsutum</i> , mostrando os espinhos.	43
Figura 7	Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> nos nectários extraflorais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em função do horário, em Quixeramobim – CE.	46
Figura 8	Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> nos nectários florais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em função do horário do dia, em Quixeramobim- CE.	47
Figura 9	Número de abelhas <i>Apis mellifera</i> nos nectários florais e extraflorais do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>) em função do horário do dia em Quixeramobim – CE.	48
Figura 10	Padrão de forrageamento de abelhas <i>Apis mellifera</i> em área de algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>), relacionado ao horário do dia e número de abelhas coletando néctar nos nectários florais em Quixeré – CE.	48

CAPÍTULO 4

Figura 1	Flores do algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) na fase de botão floral.	61
Figura 2	Flores do algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>): A) processo de antese; B) aberta	62
Figura 3	Flores de <i>Gossypium hirsutum</i> no estágio de senescência.	62
Figura 4	Estames da flor do algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) liberando pólen.	63
Figura 5	Germinação de grãos de pólen do algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>) <i>in vitro</i> em função do tempo de incubação.	65
Figura 6	Autopolinização da flor do algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>). Os estames liberando pólen na superfície estigmática.	67

RESUMO GERAL

O presente trabalho teve por objetivos estudar as abelhas visitantes do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) cultivar 187 8H, suas respectivas eficiências polinizadoras em relação aos requerimentos de polinização da cultura, bem como seus efeitos na produção de capulhos e qualidade da fibra e das sementes. Os dados foram coletados nos meses de maio de 2006 a fevereiro de 2007, em áreas comerciais dos municípios de Quixeramobim, e Quixeré, sendo a primeira adubada, pequena (10.000 m²), com uso controlado de defensivos agrícolas e próxima à mata nativa, enquanto que a outra não recebeu adubação, era grande (240.000 m²), com aplicação de agrotóxicos a cada oito dias e circundada por outras áreas cultivadas. O estudo foi realizado em quatro etapas: 1 - a diversidade e abundância dos visitantes florais do algodoeiro; 2 - o comportamento de pastejo dos visitantes florais do algodoeiro; 3 - a biologia floral, requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* no algodoeiro e 4 - o efeito da polinização por abelha *Apis mellifera* na qualidade fisiológica da fibra e sementes de algodão. Os visitantes florais foram acompanhados, observados em seus comportamentos de pastejo, capturados e identificados ao longo do período de florescimento da cultura por meio de caminhadas em zigue-zague entre as fileiras do plantio. Experimentos de ensacamento de botões florais e polinização manual foram realizados para avaliar os requerimentos de polinização da cultura e eficiência da abelha *Apis mellifera* na polinização do algodoeiro. Testes de germinação das sementes e características intrínsecas da fibra em função do tipo de polinização foram utilizados para avaliar a qualidade de sementes e fibra. As análises foram conduzidas no Laboratório de Semente, da Universidade Federal do Ceará e no Laboratório de Fibra, da Embrapa Algodão, em Campina Grande-PB. Os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizado e os dados analisados por meio de análise de variância com comparação de médias *a posteriori* pelo teste de Tukey, ou através da metodologia de Modelos Lineares Generalizados, dependendo da natureza dos dados. Os visitantes florais observados foram: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Melissoptila unicolornis*, *Psaenythia* sp. *Anthrenoides* sp., sendo as três últimas espécies novas ocorrências para o estado do Ceará. Os visitantes florais, a coleta de alimento e o comportamento dos insetos nas flores do algodoeiro foram semelhantes nos dois municípios estudados. Quanto à biologia floral, a antese aconteceu a partir das 6:00h, sendo que todas as flores estavam abertas às 7:00h. Os estigmas apresentaram-se receptivos das 6:00h às 13:00h e o pólen mostrou maior germinabilidade (75%) após 10 horas de incubação. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) na produção de frutos entre os tratamentos em Quixeramobim e Quixeré. Porém, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos dentro e/ou entre localidades, em parâmetros como o peso do capulho, peso da fibra, peso da semente, número de sementes, qualidade da semente e alguns parâmetros de qualidade da fibra. De uma maneira geral, Quixeré apresentou médias menores que Quixeramobim para todos os parâmetros investigados. Concluiu-se que a frequência dos visitantes florais foi baixa nos plantios de algodão de Quixeré e Quixeramobim, *Apis mellifera* possui o maior potencial para atuar como polinizador biótico do algodoeiro devido seu grande número nas áreas, mas *Melissoptila unicolornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 e *Ancyloscelis* sp. 2 poderiam tornar-se polinizadores nativos importantes em situações mais favoráveis à sua presença, como um menor uso de defensivos agrícolas, áreas de plantio menores, menos revolvimento do solo e maior proximidade à mata nativa. O algodoeiro é uma planta de polinização intermediária, podendo se autopolinizar, porém necessita de agentes bióticos e um bom estado nutricional para maximizar a polinização. Pode-se concluir também que o

nível de polinização natural nas áreas foi insuficiente para maximizar a produção e que as plantas de Quixeré não estavam adequadamente nutridas, ao contrário das de Quixeramobim. Também se concluiu que as abelhas *A. mellifera* podem ser importantes na polinização do algodoeiro, já que levaram à percentuais de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas superiores. As características intrínsecas da fibra não foram influenciadas pelos tipos de polinização.

Palavras-chave: eficiência de polinização, produção de algodão, requerimentos de polinização da cultura.

ABSTRACT

The present work aimed to study the bee species which visit flowers of cotton (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, their respective pollination efficiencies in relation to crop pollination requirements, as well as their implications in cotton ball production, quality of fiber and seeds produced. Data were collected from May to August 2006 in commercial cropping areas in the counties of Quixeramobim and Quixeré, state of Ceará, Brazil. The area in Quixeramobim was small (10,000 m²), fertilized, close to native vegetation and used controlled insecticide applications, while the area in Quixeré was large (240,000 m²), non-fertilized, surrounded by other crop areas and submitted to systemic use of insecticide at every eight days. The research was split into four investigations: 1 – diversity and abundance of floral visitors to cotton flowers; 2 – foraging behavior of floral visitors to cotton flowers; 3 – floral biology, pollination requirements of cotton flowers, and pollination efficiency of *Apis mellifera*, and 4 – effect of *Apis mellifera* pollination in the physiological quality of cotton fiber and seeds. Floral visitors were observed, counted and captured by means of zig-zag walkings between the cropping lines. Experiments included bagging floral buds and hand pollination to evaluate cotton flowers' pollination requirements and *Apis mellifera* pollination efficiency. Seed germination tests were carried out in the Seed Laboratory of the Universidade Federal do Ceará and fiber quality was evaluated in EMBRAPA Algodão, Campina Grande-PB. The experimental design was entirely randomized and the crossed factorial Place x Treatment (2x5). Data were analysed using Anova F test submitted to variance analysis and compared *a posteriori* by the Tukey test or by means of General Linear Models, depending on the nature of data. The following insect species were collected visiting flowers in the experimental sites: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Melissoptila uncicornis*, *Psaenythia* sp. and *Anthrenoides* sp., the last three species being new occurrences in the state of Ceará. Floral visitors, resources gathered and foraging behavior were similar in both areas. Regarding floral biology, anthesis initiated early in the morning, from 6:00 h onwards, and all flowers were open by 7:00h. Stigmas were receptive from 6:00h to 13:00h, and pollen showed the greatest germinability (75%) after 10 hours of incubation. There were no significant differences ($P > 0.05$) in fruit production among treatments in Quixeramobim and Quixeré. However, significant differences ($P < 0.05$) were found among treatments within and/or between localities in variables such as cotton ball weight, seed weight, fiber weight, and number of seeds per fruit. In general, Quixeré showed lower means than Quixeramobim to all variables investigated. It was concluded that floral visitors' frequency to cotton flowers was low in Quixeré and Quixeramobim, *A. mellifera* showed the greatest potential to act as biotic pollinator of cotton flowers due to its large numbers in the areas, but *Melissoptila uncicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 and *Ancyloscelis* sp. 2 could become important native pollinators in conditions more favorable to their presence, such as reduced use of insecticides, smaller crop fields, less soil revolving, and more proximity to native vegetation. The cotton plant is a species with an intermediate pollination system, being able of autopollination, however it needs biotic agents and good nutritional conditions to maximize pollination. It was also possible to conclude that natural pollination levels occurring in the areas studied were not sufficient to maximize production and that plants in Quixeré were not in the best nutritional conditions, in opposition to what was observed in Quixeramobim. It was also concluded that *A. mellifera* bees could be relevant to cotton pollination since they increased the percentage of emergence and the index of plantule emergence velocity in cotton seeds. The intrinsic fiber characteristics were not affected by pollination.

Key-words: pollination efficiency, cotton production, crop pollination requirements.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A maioria das plantas cultivadas de interesse econômico, para frutos ou sementes, fibras e demais produtos, é dependente quase que exclusivamente da polinização dos insetos (McGREGOR, 1976). No entanto, a polinização vem se tornando um fator limitante na produção agrícola, à medida em que a agricultura intensifica o uso de novas tecnologias que aumentam o tamanho das áreas cultivadas, o revolvimento do solo (aração, gradagem), a remoção dos restos de vegetação que servem de local de nidificação para os polinizadores, o uso de herbicidas que eliminam fontes alternativas de flores e defensivos que matam os polinizadores, além das pragas (COUTO, 1998; FREITAS, 1998).

Mesmo plantas prioritariamente de autopolinização, podem se beneficiar pela polinização cruzada ou não realizada por insetos, contribuindo para aumentar a produtividade. Um bom exemplo deste caso pode ser o algodão (*Gossypium hirsutum*), pois trabalhos pioneiros (McGregor & Todd, 1956) relatam aumentos entre 5-20% na quantidade de algodão por capulho e no número de capulhos por planta em ambientes com *Apis mellifera* em relação àqueles sem abelhas.

O algodão é classificado por alguns autores como possuidor de sistema reprodutivo parcialmente autógamo e misto, pois aceitaria tanto fertilização cruzada quanto autofecundação (GHAI, 1982; COCKERHAM & WEIR, 1984). Já que a polinização pelo vento é praticamente nula, pois se trata de um grão de pólen grande e viscoso, difícil de ser transportado pelo vento, e portanto, para ocorrer a polinização é necessário a presença de um vetor para levar o grão de pólen de uma planta para outra, sendo as abelhas, segundo McGregor (1976), os melhores agentes polinizadores desta planta. Dependendo da frequência dos insetos polinizadores na área onde a cultura de algodão é plantada, as taxas de cruzamento natural podem variar muito.

Atualmente, o algodão é de grande importância para o Nordeste do Brasil, já que se trata de uma cultura de importância sócio-econômica e ambiental. Nesta região, a cultura do algodão é plantada por grandes e pequenos produtores, gerando empregos, divisas econômicas e colaborando com a fixação do homem no campo. Por outro lado, a exigência de constante controle fitossanitário, e tratos culturais (gradagem e aração) por essa cultura, interferem diretamente na preservação dos habitats naturais dos possíveis polinizadores, podendo contribuir para uma polinização insuficiente da própria planta. Embora haja indícios de déficits de polinização e perdas de produtividade desta cultura, pouco se sabe

sobre seus requerimentos de polinização, visitantes florais e polinizadores efetivos nas condições do Nordeste brasileiro.

A presente pesquisa, portanto, teve como objetivos, conhecer a biologia floral e as necessidades de polinização do algodoeiro, além de identificar seus visitantes florais e determinar a contribuição da polinização melitófila na produtividade da cultura, qualidade fisiológica da fibra e sementes de algodão nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, CE. Procurou-se também fazer inferências sobre o impacto dos diferentes tratamentos culturais adotados nos dois municípios sobre os visitantes florais do algodoeiro.

CAPÍTULO 1

Referencial Teórico

1 – IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS

A grande maioria das plantas que florescem, são dependentes da polinização para que possam se reproduzir. Elas necessitam de um agente externo para transferir os grãos de pólen do órgão masculino para o órgão feminino da flor, para assim ocorrer a fecundação, e com isso a produção de frutos e sementes, garantindo a perpetuação das espécies. A polinização pode ser de forma direta, quando o pólen é transferido das anteras para o estigma da mesma flor, chamada de autopolinização, e indireta ou polinização cruzada, quando ocorre entre flores de plantas diferentes da mesma espécie (MORGADO, 2002).

Seja qual for o tipo de polinização predominante das espécies vegetais, na grande maioria dos casos, o processo de polinização necessita de agentes que executem o transporte do pólen ao estigma. Desta forma, ela pode ser classificada quanto ao tipo de agente polinizador, como: polinização abiótica, realizada pelo vento (anemofilia), água (hidrofilia) e gravidade; polinização biótica, realizada por seres vivos, como morcegos (quiropterofilia), pássaros (ornitofilia), moscas (miiofilia), besouros (cantarofilia), borboletas (psicofilia), mariposas (falenofilia) e abelhas (entomofilia); e polinização artificial (homem) (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). Devido à eficiência e disponibilidade dos insetos na natureza, a entomofilia tornou-se a forma de polinização mais importante. Os insetos atuam como eficientes auxiliadores na reprodução e preservação da vida na terra. Esses polinizadores foram responsáveis pelo rápido aumento da diversidade das angiospermas (McGREGOR, 1976).

Existe uma estreita relação entre polinizadores e plantas, baseada na troca de recompensas e, na maioria das vezes, a visita floral é motivada pela oferta de néctar, pólen, óleos e fragrâncias (MORGADO, 2002). Estas ofertas foram adaptações desenvolvidas pela planta para se tornarem mais atrativas, enquanto que o polinizador assume diferentes comportamentos de pastejo e características anatômicas que promovem a polinização das flores visitadas (DAFNI, 1992; FREITAS, 1995).

Entre todos os grupos de polinizadores, as abelhas são mais importantes em virtude de suas adaptações morfológicas para coleta de pólen, dependência em visitar grande quantidade de flores para obter o alimento para as crias, fidelidade às espécies vegetais e rapidez na coleta do alimento. As demais espécies de polinizadores só visitam as flores para suprirem as suas necessidades alimentares imediatas (FREE, 1993; SHIPP *et al*, 1994; SOMMEIJER, 2007).

A importância das abelhas para o mundo é demonstrada quando se verifica que elas são responsáveis por 38% da polinização das plantas floríferas, e considerando a produção de frutos e sementes usadas na alimentação humana e animal, estima-se que um terço da alimentação do homem depende, diretamente ou indiretamente da visita delas às flores (KERR, 2001). Elas também são fundamentais na conservação dos ecossistemas tropicais, pois estão envolvidas diretamente na reprodução e manutenção das florestas (COUTO, 2002).

As abelhas são consideradas os agentes polinizadores mais utilizados para a polinização de culturas agrícolas. A *Apis mellifera* tem se destacado em função de viver em colônias muito populosas, ser de fácil obtenção, apresentar aceitabilidade às colméias racionais e poderem ser manejadas e direcionadas para culturas de interesse econômico, além de possuírem características anatômicas e comportamentais desejáveis (COUTO, 1998).

Na Nova Zelândia os benefícios e os produtos dos serviços de polinização realizados por abelhas *Apis* foram estimados em US\$ 1.578 milhões, e no Canadá, em cerca de US\$ 1,2 bilhões (WINSTON & SCOTT, 1984). No Brasil, embora os benefícios agrícolas desta atividade ainda estejam em estudo, já existem diversos experimentos usando abelhas melíferas em culturas de importância econômica como por exemplo, melão (*Cucumis melo*), soja (*Glycine max*), algodão (*Gossypium hirsutum*), coco (*Cocos nucifera* L) e morango (*Fragaria x ananassa*). Essas culturas necessitam de um agente polinizador para assegurar a produção de frutos ou sementes (SOUSA, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2002; LOUVEIRA *et al.*, 2002; PAULINO *et al.*, 2002; MALAGODI-BRAGA, 2002).

Entre essas culturas, o algodão se destaca como importante fonte de renda em várias regiões do Brasil, particularmente no Centro-Oeste e Nordeste. De acordo com McGregor (1976) a presença de polinizadores em áreas de cultivo de algodão pode aumentar a produção de fibra em até 22,4%. No entanto, faz-se necessário maiores informações sobre a biologia floral e requerimentos de polinização do algodoeiro, além da diversidade de visitantes florais, suas eficiências e papel na qualidade das fibras e sementes produzidas, como consequência dos serviços de polinização desta cultura, especialmente nas condições do Nordeste brasileiro.

1.1 – A cultura do algodão

O algodoeiro é uma dicotiledônea, de ciclo anual, pertencente à ordem Malvales, família Malvaceae, tribo Hisbiscea, gênero *Gossypium* (LAGIÈRE, 1969, RICHETTI & FILHO, 1998). Existem espécies diplóides e alotetraplóides do gênero *Gossypium*. Das 52 espécies existentes 46 são diplóides, divididas em dois grupos, o do velho mundo, que tiveram origem na África, Ásia e Oceania, e do novo mundo, originárias das Américas. As outras seis espécies são alotetraplóides, todas oriundas das Américas, e elas foram formadas através de hibridação, e poderiam ter-se originado a partir do cruzamento interespecífico de duas espécies diplóides pertencentes a dois continentes diferentes (BEASLEY, 1940).

Dessas espécies, apenas quatro produzem fibras que podem ser aproveitadas comercialmente: *Gossypium hisutum*, *G. barbadense*, *G. herbaceum* e *G. arboreum* (FLYXELL, 1992). No entanto, o *G. hirsutum*, conhecido como “algodoeiro de sequeiro ou de terras altas”, tem o maior número de variedades comerciais existentes. Estas variedades são cultivadas em quase todas as regiões do mundo, ocupando mais de 90% da produção mundial de fibra (CIA et al., 1999).

No Brasil, são poucas as informações sobre a origem desta malvácea. Sabe-se que quando os europeus aqui chegaram, os índios já cultivavam o algodão e sabiam transformar suas fibras em tecidos rudimentares e fios (KASSAB, 1986). Existem no Brasil três espécies de algodão alotetraplóides que são: *G. mustelinum*, *G. barbadense* e o *G. hirsutum*. No entanto apenas uma a *G. mustelinum* é nativa, pois existe registro da ocorrência desta espécie na Chapada do Araripe, Ceará. É uma espécie silvestre, e que está em risco de extinção (PICKERSGRILL et al., 1975).

O *G. barbadense*, que é encontrado na forma semi-doméstica, possui duas variedades: a *G. barbadense* var. *brasiliense* (rim-de-boi), originária da Amazônia, que possui sementes sem línter coladas umas às outras, e o *G. barbadense* var. *barbadense* (quebradinho), que teve origem no norte da Colômbia e sul do Equador, apresentando sementes sem línter e descoladas. Ambas são espécies arbóreas, com produção perene ao longo de quatro ou cinco anos, muito similares geneticamente, e diferem apenas pela semente. A fibra desta espécie é utilizada pelos índios na confecção artesanal de tecidos e pavios para lamparinas, e também como planta medicinal (BRUBAKER et al, 1999). Ela

não é cultivada no semi-árido nordestino, devido à pluviosidade ser insuficiente para o seu desenvolvimento.

A *G. hirsutum* é a principal espécie cultivada no Brasil, com duas variedades: *G. hirsutum* var. *Maria Galante* e *G. hirsutum* var. *latifolium*. A primeira é conhecida como algodão mocó ou arbóreo, sua distribuição vai desde Colômbia e Venezuela até o sudeste de El Salvador e Antilhas (STEPHENS, 1973). Até 1983 era a variedade mais cultivada na região Nordeste do Brasil, quando houve declínio nos seus cultivos com a chegada do bicudo (*Anthrenus grandis* Boheman). A segunda variedade substituiu a primeira, e é cultivada em todas as regiões brasileiras. Sua origem é a América Central, sendo conhecido como algodoeiro herbáceo anual (BARROSO & FREIRE, 2003).

1.2 – Importância econômica

O algodoeiro tem se destacado dentre as culturas mais cultivadas em vários países, devido ao valor econômico da produção e a multiplicidade dos produtos que dele se originam. A grande importância econômica da cotonicultura está no seu principal produto, a fibra, que tem um grande valor econômico sendo considerada a mais importante das fibras têxteis naturais ou artificiais. A mesma representa cerca de 90% das fibras naturais utilizadas nas fiações brasileiras para a confecção de fios para tecidos, obtenção de celulose, fabricação de estofados, filtros, algodão absorvente e outros (FUZATTO, 1999).

No entanto, esses não são os únicos produtos que pode ser fornecido pelo algodoeiro, pois existe uma grande quantidade de subprodutos derivados do processamento da extração do óleo da semente, que são os subprodutos primários representados pelo línter (cerca de 10% da semente), a casca e o resíduo (4,9% do total); os secundários, como óleo (15,5% da semente), farinha integral, torta (quase a metade da semente) e o farelo; e os terciários, farinha desengordurada, borra e o óleo refinado (CARVALHO, 1996). Estes subprodutos abastecem os mais diferentes mercados, tornando-se uma fonte de renda extra para as indústrias beneficiadoras.

A cotonicultura também tem grande importância na geração de renda, pois cerca de 70% do custo total da cultura depende de mão-de-obra primária, e o restante da confecção industrial, dessa forma, fornecendo empregos desde o campo até a indústria. Os benefícios econômicos gerados pela fibra de algodão e seus produtos são importantes para economia brasileira, sobretudo à agricultura (EMBRAPA, 2003).

1.3 - Produção e produtividade do algodão

O Brasil, na última safra 2005/2006, teve uma produtividade de 3.181 kg/ha e uma produção de 2.723,6 t de algodão em caroço. O algodão em pluma teve uma produtividade de 1.212 kg/ha e a produção de 1.037,9 t (CONAB, 2007).

O Nordeste brasileiro já foi considerado um dos maiores importadores e consumidores de algodão, com uma demanda industrial de 300.000 t de plumas por ano, com um aumento na indústria têxtil, especialmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (BELTRÃO, 1999). Atualmente, a região Nordeste tem uma área plantada de 300,5 mil hectares, sua produtividade é de 2.903 kg/ha e uma produção de 872,3 mil t, sendo a segunda maior região produtora do Brasil, perdendo apenas para a região Centro Oeste (CONAB, 2007).

A grande vantagem em produzir esta malvacea na Região Nordeste, é esta região apresenta condições térmicas e hídricas que favorecem o desenvolvimento das plantas em seus diferentes estágios fenológicos, produzindo fibra de boa qualidade em relação ao comprimento, resistência, cor e alongamento (EMBRAPA, 1993; BELTRÃO, 1999).

Nos últimos anos, o Brasil vem desenvolvendo cultivares mais produtivas, com fibras de boa qualidade tecnológica, resistência a pragas e doenças que ocorrem na região, como também alta adaptabilidade ao cultivo no Nordeste, tanto em agricultura irrigada quanto em regime convencional. Dentre as cultivares desenvolvidas e recomendadas para cultivo no semi-árido nordestino, destaca-se a BRS 187 8H, que é originária do cruzamento entre a linhagem D₃ 79 resistente à broca da raiz e a linhagem CNPA 77 – 105, de alta produtividade. A planta tem ciclo intermediário, altura de 0,90 a 1,00m, com 10 a 15 ramos frutíferos. Os capulhos pesam 6,6 gramas e apresentam de 4 a 5 locas. O início do florescimento dá-se com 40 a 45 dias e o ciclo até a colheita é de 120 a 130 dias, em condições de sequeiro. A produtividade comparada às cultivares já existentes, é de 2.120 kg/ha de algodão em caroço, que corresponde a 24%, 16% e 12% de incremento, tem uma boa tolerância à seca; é resistente a doenças como virose e bacteriose, tem tolerância ramulária e alto padrão de qualidade de fibra, atingindo comprimento médio de 30 a 32 mm. O comprimento no *High Volume Instrument* (HVI-SL) é de 24,2 mm, a resistência média é de 14,4 gf/tex, alongamento de 5,35, finura (índice micronaire) de 4,5, e uniformidade da fibra de 845 (EMBRAPA, 2003).

1.4 Biologia floral

1.4.1 – Flor

O algodoeiro apresenta flores perfeitas, ou seja, possuem órgãos masculino (androceu) e feminino (gineceu) na mesma flor. Essas flores surgem individualmente em ramos frutíferos na forma de espiral, sendo ligadas ao ramo da planta por meio do pedúnculo (GRIDI-PAPP, 1965).

No estágio de botão floral, a flor é protegida por um epicálice composto de três a quatro brácteas largas, as quais persistem mesmo depois da sua abertura. A antese ocorre cedo de manhã e o fechamento ocorre no meio da tarde, sendo definitivo. A flor é composta de um cálice reduzido, com cinco sépalas unidas e truncadas; a corola possui cinco pétalas separadas, com cores que variam de branco a creme sem manchas, mas se tornam violáceas após exposição à luz solar e sua simetria é actinomorfa (PENNA, 1982).

O androceu é composto por uma coluna estaminal que envolve todo o estilete, desde o ovário até a base do estigma, sendo as anteras ligadas à coluna por meio de um filete. O pistilo está localizado na parte central da flor; ele é longo (2 a 4 cm), constituído de um ovário súpero, com óvulo de placentação marginal-central, um estigma comprido e um estilete curto (KASSAB, 1986).

1.4.2 – Padrões de secreção de néctar

O algodoeiro herbáceo em geral apresenta cinco tipos de nectários, sendo um floral, localizado na base da face interna do cálice das flores, e quatro extraflorais, que estão distribuídos da seguinte forma: nectários intrabactreais; subbractreais; foliares e áreas secretoras microscópicas nos pedúnculos florais e pecíolos de folhas jovens. A secreção do nectário floral ocorre logo após a abertura da flor (o néctar liberado é um líquido resinoso e açucarado), com um pico de liberação no meio da tarde, e esse permanece até que as pétalas iniciem a mudança de cor (McGREGOR, 1976; KASSAB, 1986). A liberação de néctar extrafloral ocorre por alguns dias e serve para manter os polinizadores na cultura antes que as flores se abram como também manter os insetos nocivos longe das peças florais (MOFFET et al., 1979).

1.4.3 – Produção de pólen

As anteras são compostas de dois sacos polínicos e quando a flor está na fase de botão floral, os estames ficam abaixo do estigma. Logo após a abertura da flor, esses estames crescem e as anteras ao sofrerem deiscência, liberam os grãos de pólen na base do estigma. A liberação dos grãos de pólen ocorre logo após a abertura da flor no sentido longitudinal, ou seja, da base para o ápice da antera. O grão de pólen tem forma esférica, possui cor branca ou amarelada, e espinhos bem visíveis ao microscópio, o que é comum na família das malváceas (McGREGOR, 1976; FREE, 1993).

1.5 -Visitantes florais

No Brasil, os visitantes florais encontrados com maior frequência na cultura do algodão são os da família dos apídeos. Dentre eles, as abelhas *Apis mellifera* são consideradas as mais importantes, devido à sua abundância na natureza (MORESCO, 1999). Segundo Pires et al (2006), a espécie de abelha mais abundante em áreas com plantas cultivadas e não cultivadas do algodoeiro em diferentes regiões do Brasil foi *Apis mellifera*. Outras espécies também foram encontradas em outros locais do país, como: *Geotrigona mombuca* (BA), *Melissoptila cnecomala* (DF), *Paratrigona lineata* (DF, MT), *Partamona mulata* (MT), *Trigona spinipes* (DF, BA), *Tetragonisca angustula* (SP), *Scaptotrigona depilis* (GO) e *Xylocopa hirsutissima* (GO). De acordo com o exposto, Sanchez Junior & Marlebo-Souza (2004), trabalhando na polinização do algodoeiro em São Paulo, verificaram que entre os visitantes florais que se encontravam na área, 50,3% deles pertenciam ao gênero *Apis*. As abelhas também são relatadas como visitantes florais de *Gossypium hirsutum* em vários lugares no mundo, como é o caso de *A. mellifera* nos EUA (McGREGOR, 1976), e *Xylocopa* e *Melissode* na América do Norte (MOFFETT, 1983).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, P. A. V; FREIRE, E. C. A. **Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas: fluxo gênico em algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA 2003.
- BEASLEY, J. O. The production of polyploids in *Gossypium*. **Journal Heredity**, v. 31, p. 39-48, 1940.
- BELTRÃO, N. E. M. O. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1999.
- BRUBAKER, C. L; BOURLAND, F. M; WENDEL J. F. **The origin and domestication of cotton**. In: SMITH, C. W; COTHEN, J. T. **Cotton: origin, history, technology and production**. New York: J. Wiley, 1999. p. 3-32.
- COCKERHAM, C. C; WEIR, B. S. Covariances of relatives stemming from a population undergoing mixed self and random mating. **Biometrics**, v. 40, p. 157-164. 1984.
- CONAB. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/download/safra/levant de safra.pdf](http://www.conab.gov.br/download/safra/levant_de_safra.pdf)> acesso em: 22 de mar. 2007.
- COUTO, Regina Helena Nogueira. Manejo de colméias de abelhas africanizadas para polinização. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 1998. Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p. 129-133.
- COUTO, Regina Helena Nogueira. Polinização com abelhas *Apis mellifera* e abelhas sem ferrão. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2002. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura. 2002. p. 251-256.
- CIA, E; FREIRE, E. C; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fósforo, 1999.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: A practical approach**. Local: Oxford University Press, 1992. 250p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão – CNPA. **Nova cultivar de algodoeiro herbáceo**. Campina Grande, PB. 1993. Folder.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão – CNPA. **BRS 187 8H cultivar de algodoeiro herbáceo para as condições do Nordeste e uso na agricultura familiar**. Campina Grande, 2003.
- EMBRAPA. Disponível em: <[http:// www.cnpa.embrapa.br](http://www.cnpa.embrapa.br)>. Acesso em: 12 de fev. 2007.
- FLYXELL, P. A. A revised taxonomic interpretation of *Gossypium* L. (Malvaceae) **Reedha**, 1992. p. 108-165.

FÆGRI, K; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3. ed.oxford: Pergamon Press, 1979. 244 p.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.

FREITAS, Breno Magalhães. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica Borkh*) and cashew (*Anacardium occidentale L.*)**. 1995. 197 f. Tese (Doutor and pollination). University of Wales, Cardiff.

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

FUZZATTO, M. G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E; FREIRE, E. C; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fosfato, 1999. p.5-34.

GHAI, G. L. Covariances among relatives in populations under mixed sel-fertilization and ranson mating. **Biometrics**, v. 38, p. 87-92, 1982.

GRIDI-PAPP, I. L. Botânica e genética. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSIO. **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo, 1965.

KASSAB. A. L. **Algodão do artesanato indígena ao processo industrial**. São Paulo, Ed. São Paulo, 1986.

KERR, W. E. et al; Aspectos poucos mencionados da biodiversidade amazônica. *Parcerias e Estratégias*, n. 12, p. 20-42, 2001.

LAGIÉRE, R. **El Algodon**. Barcelona, Ed. Blume, 1969.

MALAGODI-BRAGA, K. S; KLEINERT, A. M. P. Os meliponíneos como polinizadores em estufas. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Confederações Brasileiras de Apicultura, 2002. p. 204 - 208.

McGREGOR. S. E; TODD, F. E. Cotton is benefited by bees. **Prog. Agric. Ariz**, v. 7, p. 1-12, 1956.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: Agric. Res. Serv. United States Dept. of Agric., 1976.

MOFFETT. J. O. STITH, L. S; SHIPMAN, C. W. Honey bees and the production of hybrid cotton seed on male-sterile plants. **American Bee journal**, v. 11, p. 492-493, 1979.

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

MORESCO, E. R. **Taxa de cruzamento natural do algodoeiro herbáceo no estado de Mato Grosso**. Piracicaba, 1999. 71f. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORGADO, L.N; et al. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras- MG. **Ciênc. Agrotec**, v. 26, n. 6, p. 1167- 1177. 2002.

PAULINO, F. D. G; FREITAS, B. M; LOBO, R. N. B. Comportamento de visitas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em flores de coqueiro (*Cocos nucifera* L.). In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2002. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande : Confederação Brasileira de Apicultura. 2002. p. 251-256.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodoeiro anual. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 92, p. 10-13, 1982.

PICKERSGILL, B; BARRETT, C. H.; LIMA, D. A. Wild cotton in northeast Brazil. **Biotropica**, v. 7, n. 1, p.42-54, 1975.

PIRES, C; SILVEIRA, F. A; CARDOSO, C. F. **Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil**. Brasília. 2006. (Boletim).

RIBEIRO, A. M. F; COUTO, R. H. N. Polinização entomófila de soja (*Glycine max*) , cultivar conquista. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2002. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande : Confederação Brasileira de Apicultura. 2002. p. 251-256.

RICHETTI, A; G. A. MELO FILHO. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro herbáceo. In EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 7), 267p. p. 11-25.

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

SHIPP, J. L; WHITEFIELD, G. H; PAPADOPOULOS, A. P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Himenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**. V. 57 p. 29 – 39, 1994.

SOMMEIJER, M. J. **Objectives and Scope of the standing commission for pollination and bee flora**. Disponível em: <www.bio.uu.nl/>. Acesso em: 05 de mar. 2007.

STEPHENS, S. G. Geographical distribution of cultivated cottons relative to probable centers of domestication in the new world. In: SRB, Adrian M. (Org). **Genes, enzymes and populations**. New York: Plenum Press, 1973. p. 239-254.

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

WINSTON, M. L; SCOTT, C. D. The value of bee pollination to Canadian apiculture. **Canadian Beekeeper**, v. 11, p. 134, 1984.

CAPÍTULO 2

Diversidade e abundância dos visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) nos municípios de Quixeramobim e Quixeré no estado do Ceará

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar a diversidade, abundância, frequência e visitação às flores por parte dos insetos presentes em áreas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) comercial, cultivar 187 8H, nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará. Os visitantes florais foram observados, contados e capturados por meio de caminhadas em zigue-zague entre as fileiras no plantio. A frequência de abelhas pastejando nas flores do algodoeiro nas áreas de Quixeramobim e Quixeré foi obtida por meio da metodologia de Modelos Lineares Generalizados. Nas duas áreas estudadas Quixeramobim e Quixeré, várias espécies de insetos foram coletadas visitando as flores do algodoeiro: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Melissoptila uncicornis*, *Psaenythia* sp. *Anthrenoides* sp., sendo as três últimas espécies novas ocorrências para o estado do Ceará. Todas as espécies observadas visitando as flores do algodoeiro em Quixeramobim estavam também presentes nos cultivos de Quixeré, exceto *Ancyloscelis* sp. 1. Por outro lado, em Quixeré foram observadas duas outras espécies de abelhas não verificadas em Quixeramobim (*Psaenythia* sp. 1 e *Andrenoides* sp. 1.). Observou-se que no município de Quixeramobim o número de visitantes florais foi muito superior ao verificado em Quixeré, possivelmente devido às diferenças no uso de defensivos agrícolas, tamanho das áreas e proximidade da mata nativa. As abelhas *Ancyloscelis* sp. 1 (0,65%) e *Melissoptila uncicornis* (2,00%) apresentaram a menor frequência às flores, diferindo significativamente das demais espécies ($P < 0,01$), que por sua vez não diferiram entre si ($P > 0,01$). *Apis mellifera* apresentou a maior abundância relativa quando comparada às demais espécies de abelhas nos dois municípios (60,19% e 78,48% respectivamente), tendo sido o visitante mais frequente nas flores do algodoeiro. Concluiu-se que a Ordem Hymenoptera constitui os principais visitantes florais do algodoeiro em Quixeramobim e Quixeré, tanto no que diz respeito à diversidade quanto à abundância.

Palavras-chave: diversidade de visitantes, comportamento de visita, algodão.

ABSTRACT

This study aimed to investigate diversity, abundance, frequency and flower visitation by insects present in commercial cotton (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, crop areas in the counties of Quixeramobim and Quixeré, state of Ceará, Brazil. Floral visitors were observed, counted and captured by means of zig-zag walkings among the cropping lines. Bee frequency to cotton flowers was obtained using the methodology of General Linear Models. The following insect species were collected visiting flowers at the experimental sites: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Melissoptila unicolornis*, *Psaenythia* sp. and *Anthrenoides* sp., the last three species being new occurrences to the state of Ceará. All insect species found visiting cotton flowers in Quixeramobim were also present in Quixeré, except *Ancyloscelis* sp. 1. On the other hand, two other bee species (*Psaenythia* sp. 1 e *Andrenoides* sp. 1.), observed in Quixeré, were not found in Quixeramobim. It was recorded that the number of floral visitors in Quixeramobim was much larger than that in Quixeré, possibly due to differences in the use of insecticides, cropping area size and distance to native vegetation. The bee species *Ancyloscelis* sp. 1 (0.65%) and *Melissoptila unicolornis* (2.00%) showed the lowest frequencies to the flowers differing significantly ($p < 0.01$) from all the others, which did not differ significantly ($p > 0.01$) among themselves. *Apis mellifera* showed the highest relative abundance in comparison to the other species (60.19% and 78.48% respectively), being the most frequent visitor to cotton flowers, although it is an exotic species. It was concluded that the Order Hymenoptera comprises the main flower visitors of cotton in Quixeramobim and Quixeré, both in respect to diversity as to abundance.

Key words: floral biology, floral visitors, behavior, cotton.

1 – INTRODUÇÃO

As flores do algodoeiro embora sejam de autopolinização são bem atrativas aos insetos, podendo apresentar polinização do tipo entomófila, realizada principalmente por abelhas. Isso ocorre em função dos cinco conjuntos de nectários que elas possuem: um floral e quatro extraflorais, que produzem néctar com alto teor de açúcares. Os nectários florais só liberam o néctar no dia da abertura das flores, enquanto que os outros liberam antes, servindo para atrair os polinizadores para a área.

Várias espécies de insetos da ordem Hymenoptera, têm sido relatadas na literatura como sendo as espécies mais abundantes nas flores do algodoeiro em várias partes do mundo, entre eles as abelhas do gênero *Xylocopa*, *Apis*, *Bombus*, *Melissode* e *Halictus* (McGREGOR, 1976; FREE, 1993,). De acordo com Moffett (1983), as *Xylocopa* são consideradas as mais eficientes polinizadoras do algodoeiro na América do Norte, isso porque elas visitam os nectários florais com grande frequência, e conseguem tocar os estames e o estigma, transferindo os grãos de pólen. Geralmente quando existe um grande número de espécies de abelhas silvestres em uma área de algodão, elas são mais eficientes que as abelhas melíferas, porque coletam pólen e/ou néctar dentro da flor (McGREGOR, 1976). No Brasil Pires et al (2006), trabalhando na coleta dos visitantes florais do algodoeiro em quatro regiões diferentes no Brasil, inclusive na região Nordeste coletaram 72 espécies de abelhas diferentes. Segundo Sanchez Júnior & Malerbo-Souza (2004), a *Apis mellifera* foi considerada a espécie mais abundante e eficiente na polinização do algodoeiro em São Paulo.

Atualmente, diversos cultivares de algodão são utilizados no plantio nordestino, e são poucas as informações disponíveis sobre a dependência de polinização e os seus potenciais polinizadores. Com base no exposto este estudo pretende determinar a diversidade das abelhas em áreas de algodoeiro comercial e estudar a abundância

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

2.1.1 – Localização

A presente pesquisa foi realizada em dois locais diferentes: Assentamento Alegre, no município de Quixeramobim e localidade de Bonsucesso, no município de Quixeré, ambos no Estado do Ceará. O primeiro local situa-se nas coordenadas geográficas 5° 04' 27" de latitude Sul (S) e 37° 59' 19" de longitude Oeste (W) em relação a Greenwich, enquanto que a segunda localidade possui coordenadas geográficas de 5° 04' 27" de latitude Sul (S) e 37° 59' 19" (W) de longitude a Oeste de Greenwich (INPLANCE, 1993). Os experimentos foram realizados de maio de 2006 a fevereiro de 2007.

2.1.2 – Clima

O clima predominantemente de Quixeramobim e Quixeré, seguindo a classificação de KOOPPEN, é do tipo Bsh tropical quente e semi-árido, onde predominam duas estações: uma chuvosa de curta duração, que abrange os meses de fevereiro a junho, e outra estação seca que engloba os meses de julho até janeiro. As temperaturas médias variam de 26 a 28 °C e a precipitação pluviométrica média anual é de 707,7 mm em Quixeramobim e de 857,7 mm em Quixeré (IPECE, 2004).

2.1.3 – Solo e relevo

O relevo de Quixeramobim é classificado como depressão sertaneja e maciço residual. Os tipos de solo encontrados são brunizem avermelhado, bruno não cálcico, neossolo litólicos, planossolo, argisolo, regossolo e vertissolo. Já Quixeré encontra-se inserido numa expressão onde o relevo apresenta-se relativamente plano com cotas pouco expressivas, neossolo flúvico, cambissolo e vertissolo (IPECE, 2004).

2.1.4 – Implantação da cultura

Nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, foram utilizadas sementes de algodão herbáceo da cultivar BRS 187 8H, que é originária do cruzamento entre a linhagem D₃ 79

resistente à broca da raiz e a linhagem CNPA 77 – 105, de alta produtividade e adaptada às regiões com chuvas irregulares (COSTA et al., 2002).

O cultivo em Quixeramobim foi feito em março de 2006 em uma área de 15.000 m², circundada por vegetação nativa. A semeadura foi realizada no início das chuvas, pois a área não era irrigada. Antecedendo o plantio do algodoeiro, foi feita uma gradagem niveladora no solo, com adubação de fundação por adubo químico (NPK). O espaçamento utilizado foi de 0,80m x 0,30m, com duas plantas por cova em uma área de 15.000 m². Após a emergência das plântulas fez-se adubação química de cobertura com NPK e passou-se a realizar capinas manuais. Quando as plantas começaram a florescer foi utilizado o inseticida de nome comercial Thiodan para combater insetos-praga como o bicudo (*Anthonomus grandis*), e a lagarta curuquerê (*Alabama argillacea*), na formulação sólida na concentração de 250g/L, e na proporção de 2L/ha. As aplicações foram feitas de forma manual com um pulverizador costal, no final da tarde, a cada intervalo de oito dias.

Em Quixeré, a cultura foi implantada no mês de maio de 2006 em uma área de 240.000 m², adjacente a outros plantios com a mesma cultura. O cultivo foi feito em condições de sequeiro e sem adubação. O trato cultural utilizado foi a gradagem antes da implantação da cultura, e depois que as plantas estavam estabelecidas, as capinas foram feitas de forma mecânica, por meio de grade puxada por trator. Quando as plantas começaram a florescer foi aplicado o mesmo pesticida e a mesma concentração usada em Quixeramobim. Porém as aplicações foram realizadas de forma mecânica, e não havia intervalos regulares de aplicação, tendo os mesmos variado de três a oito dias, em função do nível de infestação de pragas. Também não havia horário estabelecido para as aplicações, podendo as mesmas ser realizadas pela manhã, tarde ou à noite, em função da disponibilidade de mão-de-obra e equipamentos.

2.1.5 – Coleta dos visitantes florais

Os visitantes das flores do algodoeiro foram capturados em Quixeramobim e Quixeré, durante o pico de florescimento (de junho a julho) através de caminhadas em zigue-zague entre as fileiras no plantio, com o auxílio de uma rede entomológica. Essas coletas foram realizadas semanalmente, ao longo do dia (7:00h às 17:00h) com duração de 20 minutos cada, com quatro repetições em Quixeramobim (quatro dias distintos) e três em Quixeré (três dias distintos). Posteriormente, todos os insetos foram montados em alfinetes

entomológicos, devidamente etiquetados e enviados para identificação pela Dra. Favízia Freitas de Oliveira da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), em Feira de Santana, BA.

Durante a captura de visitantes florais, dados sobre a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) foram registrados a cada hora do dia, como também dados sobre aplicação de defensivos agrícolas (tipo, data).

A frequência de abelhas pastejando nas flores do algodoeiro nas áreas de Quixeramobim e Quixeré foi obtida por meio de médias.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Várias espécies de insetos foram coletadas visitando as flores do algodão (*G. Hirsutum* L.) nos dois municípios estudados.. No total, foram coletados 408 indivíduos de 8 espécies diferentes (Tabelas 1 e 2), sendo que 383 deles foram da ordem Hymenoptera e 25 da ordem Coleoptera.

A ordem Hymenoptera foi representada por quatro famílias diferentes: Apidae, Vespidae, Anthophoridae, Andrenidae. Os outros poucos estudos com visitantes florais do algodoeiro no Brasil também relataram o predomínio dos Hymenoptera entre os visitantes florais, representados por volta de uma a quatro famílias (SANCHEZ JÚNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004; PIRES et al., 2006). Além das famílias Apidae e Andrenidae, também, encontradas neste trabalho, Pires et al. (2006), relatam espécimens de Halictidae e Megachilidae nas flores do algodoeiro, enquanto que Sanchez Júnior & Malerbo-Souza (2004) observaram apenas a família Apidae (Apini e Trigonini) em algodoeiros de São Paulo. Nenhum dos dois trabalhos anteriores faz menção à Vespidae. Porém esta família é relatada em trabalhos de outros países como visitantes de flores do algodoeiro (McGREGOR, 1976; FREE, 1993).

A abundância relativa não foi determinada para a ordem dos coleópteros (Meloidae e Curculionidae), pois, embora esses insetos tenham ocorrido com frequência nas flores nas duas áreas estudadas e pudessem, potencialmente, transferir os grãos de pólen das anteras para os estigmas, observou-se que na verdade eram pragas da cultura ao se alimentarem do pólen, e órgãos reprodutivos da flor, o que provocava a queda desta e evitava o vingamento de frutos.

Tabela 1- Visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) coletados no município de Quixeramobim-CE, de 06 a 30 de junho de 2006.

Ordem/família	Gênero/espécie	Número de indivíduos
Coleoptera		10
Meloidae		10
Hymenoptera		304
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	183
Vespidae	<i>Brachygastra lecheguana</i>	79
	<i>Polybia ignobilis</i>	36
Anthophoridae	<i>Ancyloscelis</i> sp. 1	2
	<i>Melissoptila unicoloris</i>	4
Total		314

Tabela 2 - Visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) coletados no município de Quixeré-CE, de 21 de junho a 05 de julho de 2006.

Ordem/família	Gênero/espécie	Número de indivíduos
Coleóptera		15
Meloidae		15
Hymenoptera		79
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	62
Vespidae	<i>Brachygastra lecheguana</i>	7
	<i>Polybia ignobilis</i>	3
Anthophoridae	<i>Ancyloscelis</i> sp. 2	2
	<i>Melissoptila unicoloris</i>	2
Andrenidae	<i>Psaenythia</i> sp. 1	2
	<i>Anthrenoides</i> sp.1	1
Total		94

Nas duas áreas estudadas foram encontradas em comum às mesmas ordens e a maioria das espécies de insetos, como pode ser visto nas tabelas 1 e 2. Observa-se

claramente que o número de insetos visitando as flores do algodoeiro no município de Quixeramobim (n= 314) foi muito superior ao verificado em Quixeré (94). Considerando que esses dados foram obtidos usando a mesma metodologia, na mesma variedade de algodão, mesma época do ano e fase do ciclo da cultura, pode-se suspeitar que essas diferenças possivelmente tenham ocorrido em função do manejo que foi utilizado na aplicação do pesticida no combate dos insetos-praga, muito menos “amigável” aos visitantes florais em Quixeré do que em Quixeramobim. E também pelo fato de que em Quixeramobim a área de cultivo era pequena (1.500 m²) e circundada por mata nativa, enquanto que em Quixeré ela era 16 vezes maior (240.000 m²) e rodeada por mais área cultivada de algodão. Todos esses fatores são relatados na literatura como determinantes da abundância de visitantes florais em cultivos agrícolas (KREMEN, 2004; MARCO Jr. & COELHO, 2004).

Embora se tratasse do mesmo pesticida nos dois municípios, em Quixeramobim, as aplicações foram feitas manualmente e no final da tarde, o que sugere que não tenha afetado tanto os insetos (ou tenha tido pouco efeito sobre eles), já que nesse horário existia uma pequena quantidade de visitantes florais forrageando no campo. A presença da mata nativa próxima à área de algodão também pode ter influenciado o número de visitantes, pois a mesma pode ter servido de abrigo para os insetos, já que esses visitantes não foram introduzidos na área para polinização.

Em Quixeré, além das aplicações serem feitas de forma mecânica, não existia nenhuma preocupação quanto ao horário das pulverizações, sendo o defensivo aplicado a qualquer hora do dia. Nesta área também, praticamente não existe vegetação natural (arbustiva e arbórea) próxima, pois todo o terreno ao redor também era utilizado no cultivo de algodoeiro. A literatura sugere que as culturas devem, preferencialmente, ser implantadas próximo de áreas onde exista vegetação não cultivada (nativa), pois a mesma pode influenciar diretamente na abundância dos ninhos silvestres de abelhas (BROWN & ALBRECHT, 2001). Quando as florestas são eliminadas e substituídas por plantas cultivadas, as espécies de abelhas que vivem nestes ambientes são localmente extintas ou confinadas a pequenos fragmentos (SILVEIRA et al. 2002).

Entre as espécies coletadas nas flores do algodoeiro em Quixeramobim e Quixeré, *Apis mellifera* apresentou a maior abundância relativa quando comparada às demais espécies (60,19% e 78,48%, respectivamente) (Tabelas 3 e 4). Esses resultados estão de acordo com Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004), que verificaram uma frequência de

50,3% das abelhas melíferas nas flores de algodão. Pires et al (2006) trabalhando com os visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro em diferentes regiões do Brasil, também verificaram que a maior frequência de visitas em todos os estados estudados foi de *Apis mellifera*.

Tabela 3 - Frequência relativa (%) dos visitantes florais encontrados nas flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) no município de Quixeramobim - CE.

Espécie	Frequência relativa (%) dos visitantes nas flores de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>)
<i>Apis mellifera</i>	60,19
<i>Brachygastra lecheguana</i>	25,98
<i>Polybia ignobilis</i>	11,84
<i>Ancyloscelis</i> sp. 1	0,65
<i>Melissoptila unicolornis</i>	1,31

Tabela 4 - Frequência relativa (%) dos visitantes florais encontrados nas flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) no município de Quixeré.

Espécie	Frequência relativa (%) dos visitantes nas flores de algodoeiro (<i>Gossypium hirsutum</i>)
<i>Apis mellifera</i>	78,48
<i>Brachygastra lecheguana</i>	8,86
<i>Polybia ignobilis</i>	3,79
<i>Ancyloscelis</i> sp. 2	2,53
<i>Melissoptila unicolornis</i>	2,53
<i>Psaenythia</i> sp. 1	2,53
<i>Anthrenoides</i> sp.1	1,26

Esta predominância de *A. mellifera* nas flores do algodoeiro em todo o Brasil provavelmente pode ser explicada devido às características das abelhas melíferas, ou seja, elas estabelecem seus ninhos em vários habitats, apresentam ninhos muito populosos, se reproduzem continuamente e são capazes de comunicar a localização das fontes de alimentos para as demais abelhas da colônia. Isso tudo possibilita o aparecimento nas flores de um número elevado de indivíduos desta espécie (MICHENER, 1975, WINSTON, 1991).

O segundo grupo mais freqüente nas flores do algodoeiro foi o das vespas com freqüência de 37,82% em Quixeramobim e 12,65% em Quixeré (Tabelas 3 e 4). Seguido das abelhas *Melissoptila uncicornis* e *Ancyloscelis* sp. 1, que constituíram 1,31 e 0,65% dos himenopteros coletados visitando as flores em Quixeramobim. Em Quixeré, as abelhas *Melissoptila uncicornis*, *Ancyloscelis* sp. 2 e *Psaenythia* sp. 1 apresentaram freqüência de 2,53% e por último as *Anthrenoides* sp.1, com 1,26 % de freqüência. As espécies de abelhas encontradas nos dois municípios foram semelhantes com exceção de *Ancyloscelis* sp. 1, encontrada apenas em Quixeramobim e *Psaenythia* sp. 1 e *Anthrenoides* sp.1, presentes somente em Quixeré.

A presença das abelhas *Ancyloscelis* sp. na cultura do algodoeiro já havia sido registrada por Pires et al., (2006) com uma abundância média de 0,21% em Campina Grande-PB. Ducke (1957) citado por Westerkamp et al., (2006), relataram a presença desta espécie no estado do Ceará como visitante das plantas das famílias Boraginaceae e Fabaceae.

Já as abelhas do gênero *Melissoptila* têm sido relatadas por vários autores como tendo preferências florais pela família Malvaceae (CAMARGO & MAZUCATO, 1984, SILVEIRA et al., 1993, GAGLIANONE, 2000). No entanto, não há na literatura relatos de *M. uncicornis* no algodoeiro. Esta espécie também nunca havia sido reportada para o estado do Ceará, mas como pode ser visto nas tabelas 1 e 2, *M. uncicornis* foi encontrada tanto em Quixeramobim quanto em Quixeré, embora em quantidades muito pequenas. Desta forma, o presente trabalho não só registrou a primeira informação de visitação de *M. uncicornis* nas flores do algodoeiro, como também a primeira ocorrência desta abelha no estado do Ceará. Da mesma forma, a literatura também não registra *Psaenythia* sp. 1, *Anthrenoides* sp.1, como visitantes do algodoeiro.

Talvez esse pequeno número das abelhas das famílias Anthophoridae e Andrenidae, e outros grupos de abelhas solitárias, seja uma consequência do baixo nível de socialidade

dessas abelhas. Como elas não constituem colônias, vivem em ninhos com poucos indivíduos (muitas vezes somente a fêmea fundadora), e constroem seus ninhos diretamente no solo, essas espécies tornam-se bem mais susceptíveis às práticas agrícolas que destroem seus ninhos (aração e gradagem), eliminam os adultos (aplicação de pesticidas) e eliminam fontes alternativas de alimentos (capinas, cultivo limpo, campos grandes que afastam a cultura da vegetação silvestre, etc.). Nas duas localidades do estudo foi utilizado um inseticida acaricida organoclorado (nome comercial Thiodan), que é considerado altamente tóxico (Classe I) para as abelhas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO, 2007). A prática da gradagem do solo também pode ter levado à falta de local para essas abelhas nidificarem ou pode ter induzido à destruição de seus ninhos. Em Quixeré, por exemplo, foi observada a destruição de uma agregação de ninhos de *Psaenythia* sp. 1 no momento de uma aração do solo.

Talvez a maior abundância de visitantes florais, em Quixeramobim seja um reflexo do manejo das aplicações de defensivos agrícolas mais “amigável” aos visitantes florais, do que o de Quixeré (Tabelas 3 e 4). Da mesma forma, em Quixeramobim a área plantada era 16 vezes menor que em Quixeré, e o cultivo circundado de mata nativa pode ter funcionado como reservatório e fornecedor dos visitantes florais, à medida que o efeito dos defensivos agrícolas minimizava ao longo da semana.

4 – CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

Os insetos, especialmente da ordem Hymenoptera, constituem os principais visitantes florais do algodoeiro em Quixeramobim e Quixeré, tanto no que diz respeito à diversidade quanto à abundância.

A família Apidae, representada por *Apis mellifera*, representa mais de 60,19% e 78,48 % dos insetos observados nas flores do algodoeiro em Quixeramobim e Quixeré, respectivamente, sendo, portanto, o visitante floral com maior potencial para atuar como polinizador nesta cultura.

A abundância dos visitantes florais do algodoeiro foi influenciada pelo manejo da cultura, sendo que a área menor, circundada por mata nativa e com aplicações de defensivos agrícolas mais espaçadas (Quixeramobim), apresentou 3,34 vezes mais visitantes florais que a área maior, sem mata nativa nas proximidades e com uso constante de pesticidas (Quixeré).

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, J. C; ALBRECHT C. **The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil.** *Journal of Biogeography*. v. 28, p. 623-634, 2001.
- CAMARGO, J. M. F; MAZUCATO, M. **Inventário da apifauna apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil.** Ed. Dusenya, v. 14, n. 2: 55-87, 1984.
- COSTA, J. N; CARVALHO, L. P; FREIRE, E. C; ANDRADE, F. P; ASSUNÇÃO, M. B; PEDROSA, M. B. **Características agronômicas de duas cultivares de algodoeiro herbáceo utilizadas no Nordeste.** Campina Grande, 2002 (Comunicado Técnico, 167).
- DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos Lineares Generalizados na Experimentação Agrônômica, 5º SEAGRO e 38ª RBRAS.** Porto Alegre, 1993.
- DOBSON, A. J. **An introduction to generalized linear models.** 2nd ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2001. 201p.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops.** New York: Academic Press, 1993.
- GAGLIANONE, M. C. Biologia floral de espécies simpátricas de Malvaceae e suas abelhas visitantes. *Biociências*, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 13-31, 2000.
- INPLANCE. **Anuário Estatístico do Ceará.** Fortaleza, v. 3. 1345p, 1993.
- IPECE. **Perfil básico do município de Quixeramobim.** Disponível em: www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2004_PDF/Quixeramobim.pdf Acesso em: 22 mar. 2007.
- IPECE. **Perfil básico do município de Quixeré.** Disponível em: <www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2004_PDF/Quixeré.pdf> Acesso em: 22 mar. 2007.
- MARCO Jr; P. de; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation*. v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.
- MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees.** Cambridge: Harvard University Press. 1975.
- KREMEN, C. Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? In: Freitas & Pereira (ed.), **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination.** p.115-124. 2004.
- McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington: Agric. Res. Serv. United States Dept. of Agric., 1976.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em < http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons >. Acesso em 18 de abril de 2007.

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

PINHEIRO, J. C; BATES, D. M. **Mixed-Effects Models in S and S-PLUS**. New York: Springer Verlag, 528p, 2000.

PIRES, C; SILVEIRA, F.A; CARDOSO, C.F; PEREIRA. et al. **Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil**. Brasília, 2006. (Boletim).

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

SILVEIRA, F. A; ROCHA LIMA, L; OLIVEIRA, M. J. F; CURE, J. R. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da zona da mata de Minas Gerais II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 37, n. 3, p. 595-610, 1993.

SILVEIRA, F. A; MELO G. A. R; ALMEIDA, A. B. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. IDM, Minas Gerais, 2002.

WESTERKAMP, C; RIBEIRO, M. F; LIMA- DELPRETE, P.VERDE; G; ZANELLA; FREITAS, B.M. Adolpho Ducke e as abelhas (Hymenoptera: Apoidea) da serra de Baturité, Ceará. **Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza, Ed. UFC; COELCE, 2006.

WINSTON, M. L. **The biology of the honey bee**. London: Haverd University Press, 1991. 290p.

CAPÍTULO 3

Comportamento de pastejo dos visitantes florais do algodoeiro
(*Gossypium hirsutum* L.) nos municípios de Quixeramobim e
Quixeré no estado do Ceará

RESUMO

Este trabalho visou estudar e avaliar o comportamento de pastejo dos visitantes florais e o potencial polinizador de apídeos em áreas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) comercial, cultivar 187 8H, nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará. Os dados foram coletados por meio de caminhadas em zigue-zague entre as fileiras no plantio, quando se observaram os visitantes florais nos seus comportamentos de pastejo, recursos coletados (i.e., pólen e/ou néctar). De acordo com seu comportamento na flor, eles foram identificados como potenciais polinizadores ou não. As análises estatísticas foram realizadas através da metodologia de Modelos Lineares Generalizados. Foram observados os seguintes insetos como visitantes florais do algodoeiro: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Melissoptila unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Psaenythia* sp. 1 e *Andrenoides* sp. 1. Os resultados referentes à coleta de alimento e o comportamento dos insetos nas flores do algodoeiro foram semelhantes nos dois municípios estudados. *Apis mellifera* visitou as flores em busca de néctar nos nectários extraflorais, porém não coletou pólen do algodoeiro. Entretanto, favoreceu a autopolinização ao forçar os estames contra o estigma da flor. Os vespídeos coletaram apenas néctar, e todas essas coletas foram feitas nos nectários extraflorais. As abelhas *Melissoptila unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 e *Ancyloscelis* sp. 2 coletaram pólen ativamente e o armazenaram nas suas escopas. As espécies *Psaenythia* sp. 1 e *Andrenoides* sp. 1 foram observadas coletando néctar somente nos nectários extraflorais. Conclui-se que *A. mellifera* possui o maior potencial para atuar como polinizador biótico do algodoeiro devido sua abundância nas áreas. Porém, *Melissoptila unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 e *Ancyloscelis* sp. 2 poderiam tornar-se polinizadores nativos importantes em situações mais favoráveis à sua presença, como locais com menor uso de defensivos agrícolas, campos menores, onde haja maior menos revolvimento do solo e proximidade da mata nativa.

Palavras-chave: polinizador, comportamento de pastejo, alimento coletado, visitantes florais.

ABSTRACT

This work aimed to study and evaluate the foraging behavior of floral visitors and the pollination potential of the bees in commercial cotton (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, in crop areas of the counties of Quixeramobim and Quixeré, state of Ceará, Brazil. Data was collected by means of zig-zag walkings among the cropping lines while floral visitors were observed in their foraging behavior, resources gathering (i.e. pollen and/or nectar). According to their behavior they were identified as potential pollinators or not. Statistical analyses were carried out using the methodology of General Linear Models. The following insect species were observed visiting flowers at the experimental sites: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Melissoptila unicolornis*, *Psaenythia* sp. and *Anthrenoides* sp.. Results regarding resources collection and insect behavior within the flower were similar to both studied areas. *Apis mellifera* visited flowers searching for nectar in the floral and extrafloral nectaries, but did not collected pollen. However, she favored self-pollination forcing the stamens against the flower's stigma. Vespids collected only nectar from extrafloral nectaries. The bees *Melissoptila unicolornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 and *Ancyloscelis* sp. 2 collected pollen actively packing it in their scopas. The species *Psaenythia* sp. 1 and *Anthrenoides* sp.1 were observed collecting nectar only from extrafloral nectaries. It was concluded that *A. mellifera* shows the greatest potential to act as biotic pollinator of cotton flowers due to its large numbers in the areas. Nevertheless, *Melissoptila unicolornis*, *Ancyloscelis* sp. 1, and *Ancyloscelis* sp. 2 could become important in conditions more favorable to their presence, as sites where there is less use of insecticides, fields are smaller, with less soil revolving and more proximity to native vegetation.

Key-words: pollinator, foraging behavior, resource harvested, floral visitors.

1- INTRODUÇÃO

As abelhas visitam as flores em busca de recursos como pólen, néctar, essências, abrigo, calor, etc. Nas visitas às flores, as abelhas abordam-nas e comportam-se dentro delas de maneiras diferentes, variando seu comportamento tanto em função do recurso coletado e morfologia da flor, quanto da própria espécie de abelha (CORBET et al, 1991).

Essas diferenças de comportamento (abordagem, tempo gasto na flor, horário das visitas, etc.) quando em visitas às flores, pode fazer com que a abelha toque mais ou menos vezes os órgãos reprodutivos da flor, quando estes estão liberando pólen viável ou apresentam estigmas receptivos, aumentando ou diminuindo as chances de ocorrer polinização, e determinando a eficiência de polinização daquela espécie de abelha naquela espécie de planta (FREITAS, 1995).

Variações no comportamento de pastejo dentro de uma espécie de abelha também podem influenciar na sua eficiência polinizadora. FREE (1993) relata que abelhas *Apis mellifera* coletoras de pólen, são, na maioria das plantas, polinizadores mais eficientes do que suas irmãs que coletam néctar. Por outro lado, a situação se inverte na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) onde a morfologia da inflorescência faz com que o comportamento de coleta de néctar apresentado por *A. mellifera* seja mais eficiente na polinização do que aquele de coleta de pólen. Dessa forma, o estudo do comportamento de pastejo dos visitantes florais é fundamental para entender o processo de polinização de qualquer espécie vegetal e identificar os potenciais polinizadores.

A maioria das espécies vegetais dependentes da polinização biótica das abelhas apresenta pólen e/ou néctar floral como recompensa. O algodão (*Gossypium hirsutum*), além do néctar floral, também apresenta néctar extrafloral sendo atrativo para as abelhas. Estudos realizados com essa cultura ao redor do mundo e no Brasil, e no capítulo 2 desta tese, mostram que a *A. mellifera* é a abelha mais freqüente nas flores do algodoeiro, e provavelmente seu polinizador mais importante. Apesar da ocorrência de outras espécies de abelhas, suas abundâncias foram insignificantes (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; SANCHEZ JUNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004; PIRES et al., 2006).

O algodoeiro apresenta flores bem atrativas para os apídeos, em decorrência dos cinco conjuntos de nectários que elas possuem: um floral e quatro extraflorais, que produzem néctar rico em açúcares. As abelhas *A. mellifera* visitam as flores do algodão para coletarem principalmente néctar, embora um pouco de pólen possa ser coletado

também (TANDA & GOYAL, 1979; LOPER & DAVIS, 1985; SANCHEZ JUNIOR & MALERBO-SOUZA, 2004). Não há informações sobre a coleta de recursos florais por outras espécies de abelhas e vespas visitantes das flores de algodoeiro.

No Brasil, há poucos trabalhos sobre visitantes florais do algodoeiro, e mesmo nestes as informações sobre o comportamento de pastejo dos mesmos e sua preferência de coleta de pólen e néctar (floral e extrafloral) são escassas. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo investigar o comportamento de pastejo de apídeos nas flores do algodoeiro e fazer inferências sobre o potencial polinizador desta cultura.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

2.1.1 O local, período, e a cultivar estudada, estão descritos no capítulo dois deste trabalho.

2.2. Frequência e comportamento de abelhas pastejando as flores do algodoeiro

Para observar a frequência das abelhas nas flores do algodoeiro, utilizou-se a mesma metodologia descrita no capítulo anterior (capítulo 2). À medida em que os insetos foram observados, anotou-se: o seu número, o comportamento de pastejo, o material que eles coletavam (i.e., pólen e/ou néctar). A partir destes dados eles foram identificados como potenciais polinizadores ou não. Após essas observações, os insetos foram coletados para identificação posterior, sendo colocados em câmaras mortíferas com acetato de etila, e em seguida transferidos para outros recipientes, sendo separados entre insetos capturados nos nectários florais, insetos capturados nos nectários extraflorais, e aqueles coletando pólen.

Durante a captura de visitantes florais, dados sobre a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) foram registrados a cada hora do dia, como também dados sobre aplicação de defensivos agrícolas (tipo, data).

2.3 Análise estatística

A análise da frequência de abelhas nos nectários florais, em Quixeré e a análise da frequência de abelhas nos nectários extraflorais, florais em Quixeramobim foi realizada através da metodologia de Modelos Lineares Generalizados (DEMÉTRIO, 1993; DOBSON, 2001), considerando a variável na escala original dos dados (contagem, com distribuição de Poisson), dispensando o uso de transformações. No caso de Quixeramobim, foi utilizada a distribuição Binomial negativa para a análise do modelo, com o interesse em acomodar uma possível superdispersão nos dados.

O modelo de Regressão estimado, para y = frequência de abelhas nos nectários florais, com o comportamento em função do horário: $y = \exp(-9.9717 + 1.9568 \cdot \text{Hora} - 0.0806 \cdot \text{Hora}^2)$. Para o modelo de regressão consideraram-se os parâmetros Hora, Temperatura e UR, sendo que Temperatura e UR não apresentaram efeitos significativos ($p > 0,05$) no comportamento da frequência das abelhas nos nectários florais, não sendo

levados em conta no modelo, considerando-se apenas Hora. A visitas dos insetos nos diferentes horas do dia foi analisado através do modelo de regressão, que apresentou efeito significativo ($P < 0,01$) apenas entre as espécies de insetos, para os demais termos, Hora, temperatura e UR, não houve efeito significativo ($P > 0,01$).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações apresentaram os seguintes insetos como visitantes florais do algodoeiro, tendo os mesmos sido considerados outras análises deste estudo, dependendo da localidade onde foram coletados: *Apis mellifera*, *Brachygastra lecheguana*, *Polybia ignobilis*, *Melissoptila unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Psaenythia* sp. 1 e *Andrenoides* sp. 1.

3.1 Frequência de abelhas pastejando as flores do algodoeiro

Os dados referentes ao pastejo dos insetos em Quixeramobim, mostraram que duas espécies de vespas (*B. lecheguana* e *P. ignobilis*) e três de abelhas (*M. unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 e *A. mellifera*) visitaram as flores do algodoeiro, embora nem todas as espécies tenham visitado as flores durante todo o dia (Figura 1). A análise dos dados referentes a visitas das diferentes espécies de insetos, apresentou significância ($P < 0,01$) apenas entre os tipos de insetos. Para os demais termos, Hora e UR, não houve efeito significativo ($P > 0,01$), indicando que as visitas das abelhas e vespas somente se diferenciam em função de comportamentos espécie-específicos (Tabela 1). As abelhas *Ancyloscelis* sp. 1 e *Melissoptila unicornis* apresentaram a menor frequência às flores, diferindo das demais espécies ($P < 0,01$), que por sua vez não diferiram entre si ($P > 0,01$).

As abelhas melíferas visitaram as flores do algodoeiro durante todo o dia, iniciando suas visitas às 07:00h, quando já existia um grande número de flores abertas no campo (Figura 1). As 09:00h foi observado o maior número de abelhas nas flores, havendo uma queda posterior às 11:00h, e mantendo-se este número estável até as 15:00h, quando o mesmo começou a cair. No horário das 17:00h, observou-se o menor número de abelhas visitando as flores. Segundo Free (1993), as abelhas melíferas trabalham todo o dia no algodão de 07:00h às 20:00h. Esse comportamento de pastejo parece comum para abelhas *Apis mellifera* na maioria das culturas agrícolas, pois vários autores trabalhando com a mesma espécie de abelha na polinização da goiaba, melão e caju no Brasil encontraram comportamento de forrageamento semelhantes (HOLANDA-NETO & FREITAS, 2000; SOUSA, 2003; ALVES & FREITAS, 2007; RIZZARDO, 2007).

As vespas também visitaram as flores durante todo o dia, das 07:00h às 17:00h, mas em menor quantidade que a *Apis mellifera*. As abelhas *Melissoptila unicornis*

concentraram suas visitas das 9:00h às 13:00h, enquanto que *Ancyloscelis sp1* visitou as flores do algodoeiro apenas por volta das 11:00h (Figura 1). No caso dessas últimas duas espécies de abelhas, o número de indivíduos observados foi bastante reduzido, 4 e 2, respectivamente, conforme mencionado anteriormente.

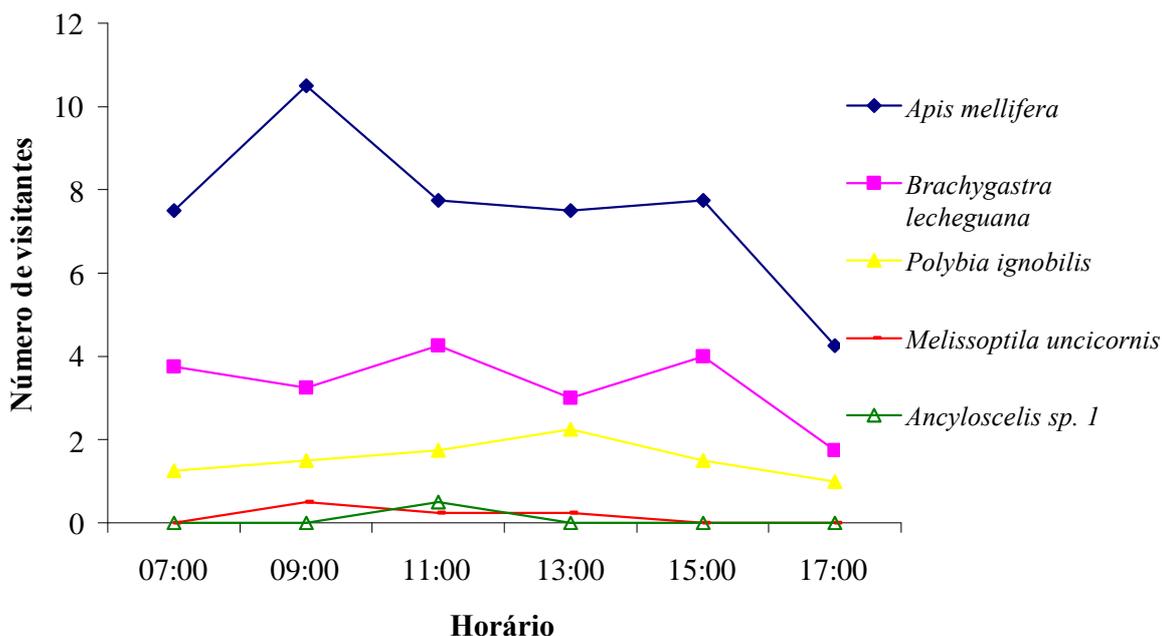


Figura 1 – Padrão médio de visitação de insetos às flores de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim – CE.

Todas as espécies observadas visitando as flores do algodoeiro em Quixeramobim estavam também presentes nos cultivos de Quixeré, exceto *Ancyloscelis sp. 1*. Por outro lado, em Quixeré foram observadas duas outras espécies de abelhas não verificadas em Quixeramobim (*Psaenythia sp. 1* e *Andrenoides sp. 1*).

Tabela 1 – Insetos visitantes das flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) e suas abundâncias em diferentes horários ao longo do dia, em Quixeramobim – CE.

Visitantes florais	N ⁰ médio de insetos/horário de observação					
	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
<i>Apis mellifera</i>	7,50 ±2,39a	10,5± 3,01a	7,75 ±2,17a	7,50 ±2,17a	7,75 ±2,78a	4,25 ±1,03a
<i>Brachygastra lecheguana</i>	3,75 ±1,10b	3,25 ±0,85b	4,25 ±1,10b	3,00 ±0,40b	4,00 ±1,58b	1,75 ±1,03b
<i>Polybia ignobilis</i>	1,25 ±0,75c	1,50 ±0,86c	1,75 ±0,85c	2,25 ±1,65c	1,50 ±0,95c	1,00 ±1,00c
<i>Melissoptila unicolornis</i>	0,00d	0,50 ±0,28d	0,25 ±0,25d	0,25 ±0,25d	0,00d	0,00d
<i>Ancyloscelis sp. 1</i>	0,00d	0,00d	0,50 ±0,28d	0,00d	0,00d	0,00d

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

Em Quixeré não foram realizados testes estatísticos para comparação da frequência dos visitantes florais, devido ao baixo número de indivíduos observados de cada espécie. No entanto, a visitação ocorreu durante todo o dia (Figura 2).

A baixa ocorrência de insetos nos dias de coleta provavelmente tenha sido uma consequência da grande quantidade de pesticidas que foi aplicado na cultura anteriormente como já foi mencionado.

Nesta localidade, as visitas das abelhas melíferas às flores do algodoeiro tiveram início cedo da manhã por volta das 7:00h, aumentando progressivamente até às 9:00h, quando se observou um pico de visitação, em seguida houve uma queda no número de coletoras às 11:00h mantendo-se estável até às 13:00h, quando a coleta teve novamente um aumento às 15:00h, e a seguir foi finalizada (Figura 2).

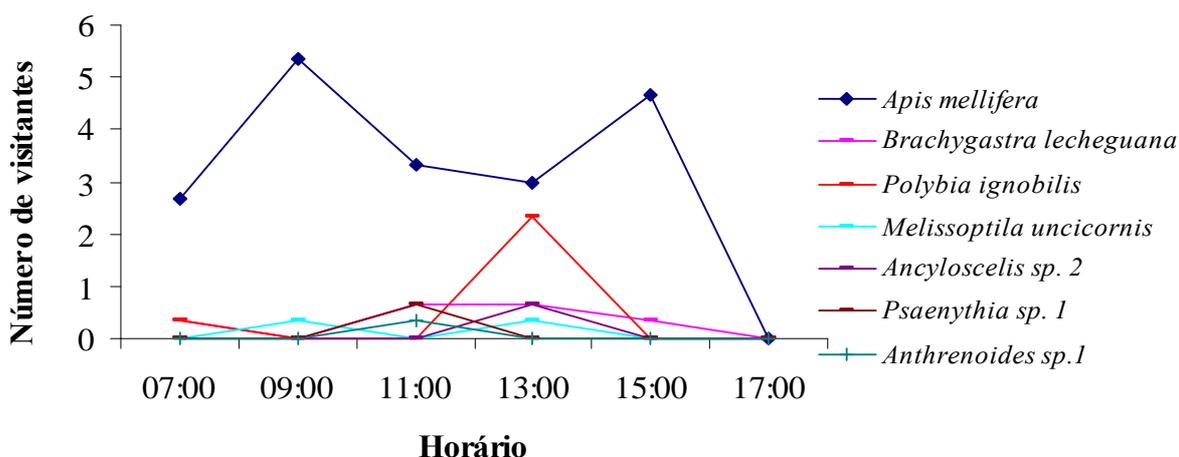


Figura 2 – Frequência média de visitantes às flores de algodão (*Gossypium hirsutum*) em Quixeré – CE).

Os vespídeos coletaram néctar às 07:00h, 11:00h, 13:00 e 15:00h. As abelhas *M. unicolornis* e *Ancyloscelis sp. 2.*, visitaram as flores às 09:00h e 13:00h. Já as abelhas *Psaenythia sp.1* e *Anthrenoides sp.1* foram observadas nas flores às 13:00h. Na literatura não existe nenhum registro dessas espécies nas flores do algodoeiro ou plantas da família das Malvaceae.

3.2 Comportamento de pastejo dos visitantes nas flores do algodoeiro

Os resultados referentes à coleta de alimento e o comportamento dos insetos nas flores foram semelhantes nos dois municípios estudados. *A.s mellifera* visitava as flores em busca de néctar nos nectários extraflorais e florais. Na coleta de néctar extrafloral e floral, elas deram preferência às flores abertas. Ao coletarem néctar extrafloral, essas abelhas não entravam em contato com as estruturas reprodutivas das flores, pois a coleta era feita através das brácteas, que ficam localizadas externamente, na parte inferior da flor (Figura 3).

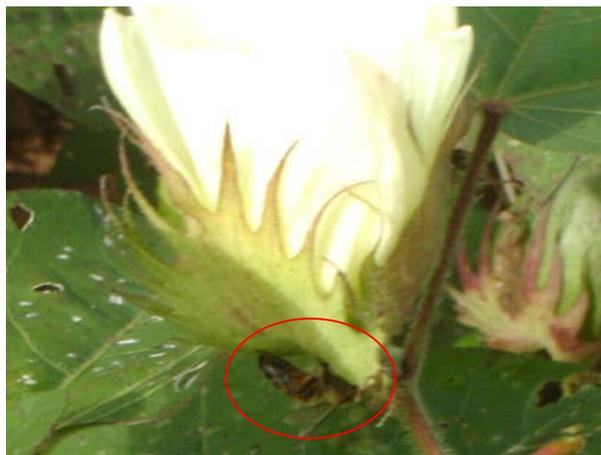


Figura 3- Abelha *Apis mellifera* coletando néctar nos nectários extrafloral do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*).

No entanto, quando as campeiras visitaram os nectários florais (Figura 4), elas entraram nas flores, e introduziram a probóscide entre a base interna das pétalas e o androginóforo para coletarem o néctar, enquanto rodeavam toda a flor. Ao movimentarem-se ao redor da base interna da flor, as abelhas tocavam as anteras ficando completamente cobertas de pólen ao mesmo tempo em que, também pressionavam as anteras sobre a base estigmática, fazendo com que uma grande quantidade de pólen fosse transferido para o estigma. Algumas vezes, ao entrarem ou saírem das flores, tocavam os estigmas acidentalmente. Logo depois, limpavam-se em vôo sobre as flores ou quando pousadas nas folhas, rejeitando todo o pólen do corpo, o que levava vários minutos (Figura 5). Segundo Free (1993), as abelhas melíferas gastam cerca de 15 minutos escovando os grãos de pólen de algodão de seus corpos antes de retornarem aos seus ninhos.



Figura 4- Abelha *Apis mellifera* coletando néctar nos nectários florais do algodoeiro (*Gossypiu hirsutum*).



Figura 5- *Apis mellifera* pousada em uma folha, limpando-se e rejeitando o pólen de *Gossypium hirsutum*.

A razão pela qual as abelhas *A. mellifera* resistem à coletarem o pólen nas flores do algodoeiro é desconhecida. Talvez essa rejeição esteja relacionada com o tamanho e os espinhos presentes nos grãos de pólen (Figura 6). De fato, espécies de abelhas especializadas em coletar pólen de Malvaceae possuem escopas formadas por pêlos grandes, plumosos e bem afastados, apropriados para alojar grãos de pólen grandes, pegajosos e ricos em espículas (O'TOOLE & RAW, 1991).

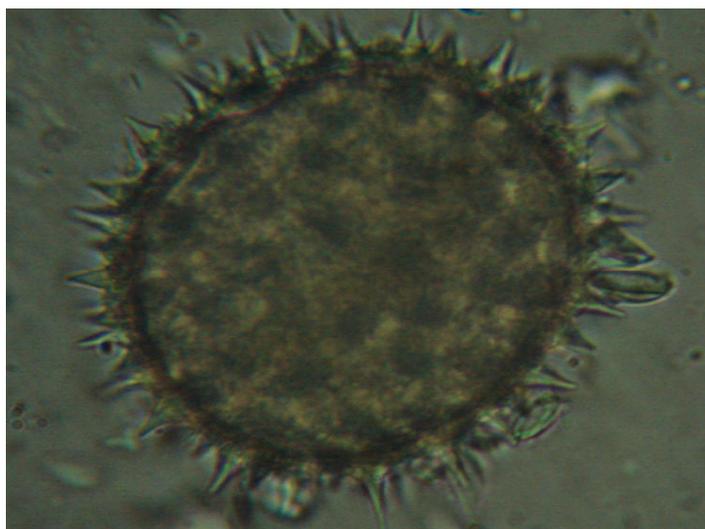


Figura 6- Grão de pólen de *Gossypium hirsutum*, mostrando os espinhos.

Depois da limpeza, ainda ficava muito pólen aderido no corpo das abelhas. Pôde-se observar que os grãos de pólen do algodoeiro são ricos em óleos em sua superfície, que certamente auxiliam sua aderência aos pêlos das abelhas, dificultando sua remoção e fazendo com que cheguem às próximas flores ainda transportando uma considerável quantidade de pólen das flores visitadas previamente. Isso, potencialmente, favorece a ocorrência de polinização cruzada. Essas observações corroboram com as de McGregor (1976) que também observou o mesmo comportamento de descarte de pólen por *A. mellifera* e grandes quantidades do mesmo ainda permanecendo no corpo das abelhas.

Segundo Minkov (1956), citado por McGregor (1976), a abelha melífera só coleta pólen nas flores de algodão quando não existe nenhuma outra fonte desse alimento disponível nas proximidades, e mesmo assim, isto ainda é raro de acontecer. A maioria das campeiras de *A. mellifera* só coleta pólen acidentalmente quando, ao coletarem néctar floral, tocam nas anteras e adquirem pólen em seus corpos (FREE, 1993). No entanto, Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004), trabalhando com a frequência dos insetos na polinização e produção de algodão, verificaram que 4,4 % das abelhas africanizadas presentes na área coletaram pólen nas flores do algodoeiro. TANDA & GOYAL (1979) e LOPER & DAVIS (1985) também relatam observações de abelhas melíferas coletando pólen de algodoeiro ativamente.

Os vespídeos coletaram apenas néctar, e todas essas coletas foram feitas nos nectários extraflorais, não tendo nenhum contato com os órgãos reprodutivos das flores. Já Free (1993) observou que dos visitantes presentes em áreas de algodão no Texas, as vespas e as abelhas foram às únicas espécies a carregarem pólen grudados do corpo, sugerindo que aqueles vespídeos visitariam também os nectários florais.

As abelhas *M. unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 e *Ancyloscelis* sp. 2 coletaram pólen ativamente e o armazenaram nas suas escopas. Ao coletarem os grãos de pólen, essas abelhas entraram em contato com o estigma. Vários autores relataram a preferência do gênero *Melissoptila* por pólen de Malvaceae (CAMARGO & MAZUCATO, 1984; SILVEIRA et al., 1993; GAGLIANONE, 2000). Isso, possivelmente porque essas abelhas apresentam as cerdas das escopas longas, o que facilita o transporte dos grãos de pólen, que são grandes e espinhosos (ROBERTS & VALLESPER, 1978; THORP, 1979). Silva-Pereira et al. (2003) trabalhando com o forrageamento da espécie de *M. thoracica* em flores de Malvaceae, verificaram que essa espécie de abelha foi capaz de promover a polinização cruzada, em função de sua fidelidade, constância floral, comportamento de

visita e padrão de pilosidade corpórea. Baseado nessas informações é plausível suspeitar que as abelhas *M. unicornis*, *Ancyloscelis* sp. 1 e *Ancyloscelis* sp. 2 possam ser eficientes polinizadores do algodoeiro. No entanto, essa suspeita não pôde ser testada no presente trabalho, porque o número de indivíduos presentes na área era muito pequeno (inferior a 2% do total de visitantes florais). As espécies *Psaenythia* sp. 1 e *Anthenoides* sp.1 foram observadas coletando néctar somente nos nectários extraflorais do algodoeiro e não tiveram contato com os órgãos reprodutivos das flores, não apresentando, portanto, potencial polinizador para esta cultura.

Entre os visitantes florais que estiveram presentes nas duas áreas experimentais (Quixeramobim e Quixeré) visitando as flores do algodoeiro, observou-se que apenas as abelhas *A. mellifera* poderiam ser consideradas polinizadores potenciais, pois elas apresentaram um número de visitantes muito maior do que as demais espécies (espécie mais abundante), tiveram maior fidelidade à cultura e foram capazes de transferir o pólen das anteras para o estigma, embora na maioria das vezes tenha sido pólen da mesma flor. De acordo com FREITAS (1998), uma espécie de abelha para ser considerada uma eficiente polinizadora de uma cultura agrícola não depende exclusivamente da eficiência com que cada indivíduo poliniza as flores que visita, mas também do número de indivíduos daquela espécie presente na área no qual vai ser polinizada, que compensaria a menor eficiência individual. Embora outros insetos possam ser mais eficientes polinizadores do algodão individualmente, as abelhas melíferas são consideradas em várias partes do mundo como os polinizadores mais importantes, devido à sua abundância (FREE, 1993). Em consequência da abundância das abelhas *A. mellifera* nos campos onde foram conduzidos os experimentos, e a ausência de qualquer outra espécie em quantidade de indivíduos que permitisse a avaliação de sua eficiência polinizadora, o presente estudo concentrou-se na abelha melífera.

3.2.2 Freqüência de visita das abelhas *Apis mellifera* nos nectários extraflorais e florais em Quixeramobim e Quixeré

A freqüência de coleta de néctar por *A. mellifera* nos nectários extraflorais em Quixeramobim encontra-se na figura 7, onde se podem observar os valores e o modelo de regressão estimado, para $y = \text{número de abelhas nos nectários extraflorais com o comportamento em função do horário: } y = \exp(2,3501 - 0,1035 * \text{hora})$.

As flores do algodoeiro começam a abrir por volta das 6:00h da manhã, estando completamente abertas às 7:00h, quando as observações de visitação foram iniciadas. As abelhas começaram as visitas aos nectários extraflorais cedo da manhã, por volta das 6:30h, embora em pequenos números, que cresceram rapidamente até as 7:00h, quando se observou o maior número de abelhas no campo. Foram obtidas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre o horário de 7:00h e os demais horários, pois à medida que foi passando o tempo, a frequência de visitas aos nectários extraflorais foi diminuindo com o decorrer do dia, tendo o menor número de visitas ocorrido no horário das 17:00h.

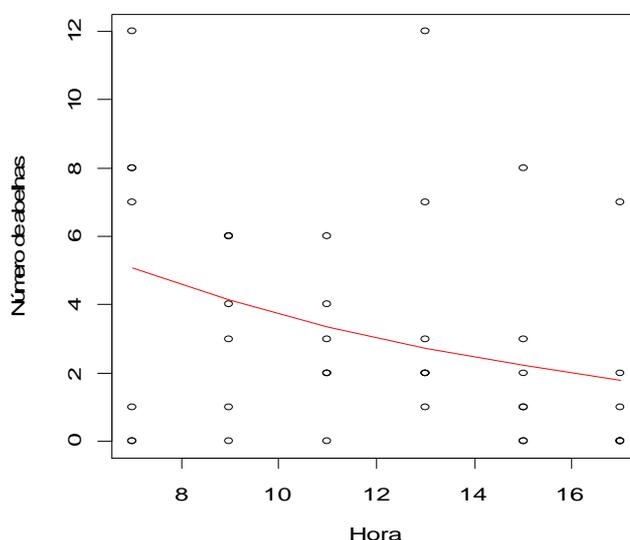


Figura 7 – Número de abelhas *Apis mellifera* nos nectários extraflorais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em função do horário, em Quixeramobim – CE.

A frequência de visitas das abelhas *A. mellifera* aos nectários florais em Quixeramobim, encontra-se na Figura 8, onde estão apresentados os valores observados. O número de abelhas coletando néctar nos nectários florais às 07:00h era muito pequeno, aumentando gradativamente, até as 12:00h, quando se verificou o maior número de abelhas forrageando no campo. Depois, esse número foi caindo progressivamente, até as 17:00 h quando se encerraram as coletas. Esses dados estão de acordo com Free (1993), quando alega que as abelhas melíferas visitam as flores do algodoeiro durante todo o dia, mas elas são mais abundantes próximo do meio-dia, quando existe uma maior quantidade e concentração de néctar disponível na cultura.

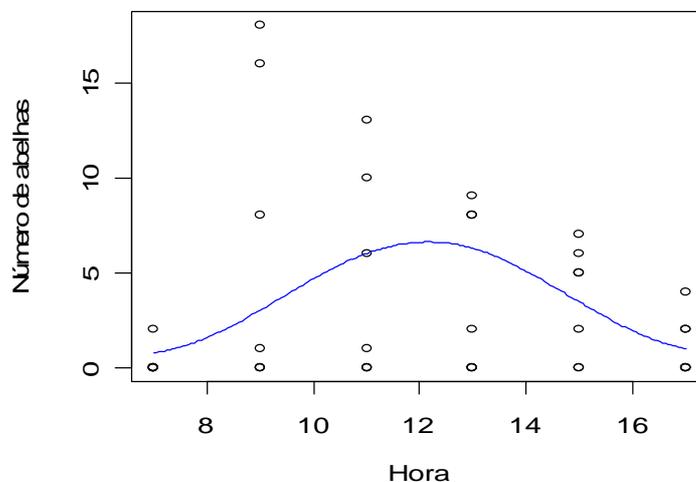


Figura 8 - Número de abelhas *Apis mellifera* nos nectários florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em função do horário do dia, em Quixeramobim- CE.

Quando foram comparadas as abelhas coletoras de néctar extraflorais com as coletoras de néctar floral, observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$). Em ambos os casos, as abelhas começaram as coletas nos nectários extraflorais cedo da manhã, antes das 07:00h, mas nesse horário o maior número de abelhas visitou os nectários extraflorais. À medida que o tempo passava, o número de abelhas diminuiu nos nectários extraflorais, e aumentou nos florais, até que por volta das 9:45h, o número de abelhas nos dois tipos de nectários estava praticamente igual. Em seguida, as coletoras de néctar extraflorais reduziram ainda mais sua presença nas flores, e o número de coletoras de néctar floral aumentou até as 12:00h, para depois decrescer até finalizarem suas atividades de coleta por volta das 17:00h (Figura 9).

Em oposição ao observado em Quixeramobim, as abelhas melíferas praticamente não visitaram os nectários extraflorais do algodoeiro em Quixeré, não estando presentes em cerca de 50% das observações realizadas. Dessa forma, não foi possível analisar estatisticamente o padrão de forrageamento de *A. mellifera* por néctar extrafloral em Quixeré. No entanto, o pequeno número de abelhas concentrou-se cedo da manhã e diminuiu ao longo do dia, em um padrão similar ao observado em Quixeramobim. A análise para o pastejo nos nectários florais foi realizada devido ao número suficiente de abelhas visitando esse tipo de nectário.

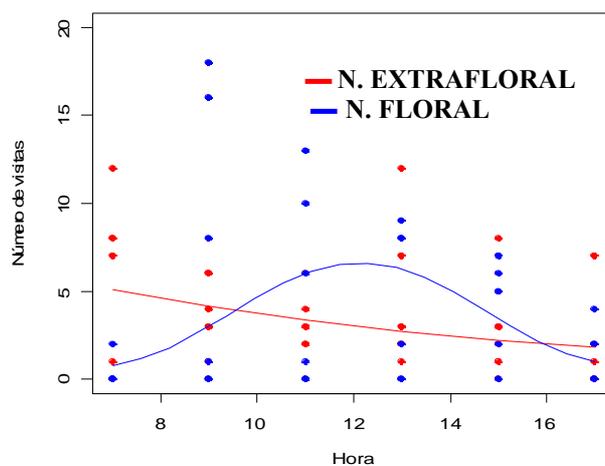


Figura 9 - Número de abelhas *Apis mellifera* nos nectários florais e extraflorais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em função do horário do dia em Quixeramobim – CE.

Na Figura 10, estão apresentados os valores observados em Quixeré. As visitas aos nectários florais tiveram início por volta das 07:00h, com o número de abelhas aumentando progressivamente até às 11:00h, quando foi observado o maior número de abelhas no campo. Esta atividade foi diminuindo no decorrer do dia, finalizando as coletas às 17:00h.

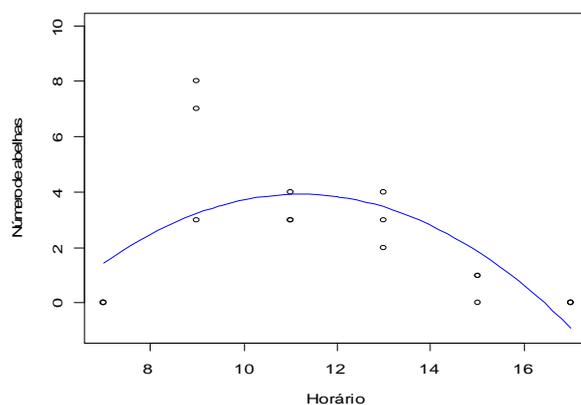


Figura 10 - Padrão de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* em área de algodão (*Gossypium hirsutum*), relacionado ao horário do dia e número de abelhas coletando néctar nos nectários florais em Quixeré–CE.

Neste trabalho verificou-se que o padrão de forrageamento de *A. mellifera* por néctar foi semelhante em Quixeramobim e Quixeré, onde as abelhas dão preferência aos

nectários extraflorais cedo da manhã, e à medida em que as horas passam vão lentamente trocando os nectários extraflorais pelos florais. Segundo Loper & Martin (1984), o papel dos nectários extraflorais seria atrair as abelhas melíferas para a cultura do algodão, principalmente cedo da manhã, que é quando as flores de outras culturas não liberam, ou estão liberando muito pouco néctar. Free (1993) também observou que as abelhas são atraídas para coletarem néctar nos nectários extraflorais do algodoeiro, principalmente cedo da manhã. No entanto, esses resultados discordam dos obtidos por Ivanova-Paroiska citado por Mcgregor (1976), que relatou que as abelhas forrageiras de *A. mellifera* encontradas no algodoeiro, somente 2,6% visitaram os nectários florais, enquanto que o restante, 97,4%, coletaram néctar nos nectários extraflorais. Talvez, essas diferenças observadas nas preferências das abelhas forrageiras por nectários florais ou extraflorais estejam relacionadas com o volume e concentração de açúcar da cultivar que foi estudada por esses autores. Já Free (1993), afirmou que a proporção de abelhas que coletam néctar nos nectários extraflorais e florais varia em função do genótipo do algodão, reforçando a possibilidade de que este influencie no néctar produzido pela planta, e por seus tipos de nectários. Eiskowitch & Loper (1984), trabalhando com *Apis* confinadas em gaiolas para polinizarem o algodão, observaram essas abelhas trocarem os nectários florais pelos extraflorais e vice-versa, mas não puderam chegar a nenhuma informação segura que indique a magnitude para este comportamento que acontece no campo. No presente experimento, observou-se que as abelhas deram preferência para coletar néctar nos nectários florais.

4 – CONCLUSÕES

Os insetos visitantes florais do algodoeiro visitam as flores durante todo o dia, principalmente para a coleta de néctar.

O visitante floral mais abundante, *A. mellifera*, coleta somente néctar, tanto de nectários florais quanto extraflorais.

O comportamento de pastejo de *A. mellifera* favorece tanto a autopolinização, por movimentos dentro da flor que a fazem pressionar os estames contra o estigma, quanto a polinização cruzada do algodoeiro, por não conseguir descartar todo o pólen do seu corpo e tocar acidentalmente os estigmas de flores visitadas posteriormente.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. E; FREITAS, B. M. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 216-220. 2006.
- CAMARGO, J. M. F; MAZUCATO, M. Inventário da apifauna apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Dusenya**, v. 14, n. 2, p. 55-87. 1984.
- CORBET, S. A; WILLIAMS, I. H; OSBORNE, J. L. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. **Bee World**. V. 72, n. 2, p. 47-59. 1991.
- DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos Lineares Generalizados na Experimentação Agrônômica, 5^o SEAGRO e 38^a RBRAS**. Porto Alegre, 1993.
- DOBSON, A. J. **An Introduction to Generalized Linear Models**. 2nd ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2001. 201p.
- EISKOWITCH, D; LOPER, G. H. Some aspects of flower biology and bee activity on hybrid cotton in Arizona U.S.A. **J. Apic. Res.** v. 23, 243-248. 1984.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993. 684p.
- FREITAS, Breno Magalhães. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197f. Tese (Doutor and pollination). University of Wales, Cardiff.
- FREITAS, Breno Magalhães. Avaliação da eficiência de polinizadores potenciais. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 1998. Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p. 105-107.
- GAGLIANONE, M.C. 2000. Biologia floral de espécies simpátricas de Malvaceae e suas abelhas visitantes. **Biociências**, Porto Alegre, 8 (1): 13-31.
- HOLANDA-NETO, J. P; FREITAS, B. M; BUENO, D. M. Horário de visitação de abelha *Apis* e *Centris* na cultura do melão (*Cucumis melo*). In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA 2000, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura, 2000. p.354.
- LOPER, W. G. D; MARTIN, J. H. **The use of honey bees**. In: production of Hybrid cotton seed. Tasei Jn, (Ed) Proc.1983.
- LOPER, G.M., DAVIS. D.D. (1985). Disparity of cotton pollen disposal by honey bees visiting Upland and Pima pollen parents. **Crop Sci.** **25**. 585-589.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agricultural Handbook n^o 496. Agriculture Research. Service. 1976.

O'TOOLE, C; RAW, A. **Bees of the World**. London: Blandford. 1991.

SILVA-PEREIRA, V; ALVES-DOS-SANTOS, I; MALAGODI-BRAGA, K. S. et al. Forrageamento de *Melissoptila thoracica* Smith (Hymenoptera, Eucerini, Apoidea) em flores de Sida (Malvaceae). **Rev. Bras. Zool.** [online]. v. 20, n. 3, p. 427-432. 2003.

PINHEIRO, J. C; BATES, D. M. **Mixed-Effects Models in S and S-PLUS**. New York: Springer Verlag, 2000. 528p.

PIRES, C; SILVEIRA, F. A.; CARDOSO, C. F; PEREIRA. et al. **Visitantes florais em espécies cultivadas e não cultivadas de algodoeiro (*Gossypium* spp), em diferentes regiões do Brasil**. Brasília. 2006. (Boletim).

RIZZARDO, Rômulo Augusto Guedes. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura**. 2007. 74f. Dissertação (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ROBERTS, R. B; VALLESPER, S. R. Specialization of hairs bearing pollen and oil on legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 71, n.4, p. 619-627. 1978.

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

SILVEIRA, F. A; ROCHA LIMA, L; OLIVEIRA, M. J. F; CURE, J. R. Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da zona da mata de Minas Gerais II. Diversidade, abundância e fontes de alimento em uma pastagem abandonada em Ponte Nova. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 37, n. 3, p. 595-610. 1993.

SOUSA, Raimundo Maciel. **Manejo de abelhas mellíferas (*Apis mellifera*) para polinização do meloeiro (*Cucumis melo*)**. 2003. 125f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

TANDA, A. S; GOYAL, N. P. Insect pollination in Asiatic cotton. **Journal of Apicultural**. v. 18. p. 64-72. 1979.

THORP, R. W. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 66, p. 788-812. 1979.

CAPÍTULO 4

Biologia floral, requerimentos de polinização e eficiência polinizadora de *Apis mellifera* no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em Quixeramobim e Quixeré – CE

RESUMO

O trabalho visou avaliar a biologia floral, requerimentos de polinização do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, bem como a eficiência de *Apis mellifera* na polinização desta cultura em áreas de plantio comercial nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará. Foram realizados experimentos testando a viabilidade do pólen, receptividade do estigma e tipos de polinização (aberta, restrita, autopolinização manual, cruzada manual e com abelhas *Apis mellifera*), avaliando-se os seguintes parâmetros: produção de frutos, peso do capulho, peso da semente, peso da fibra e número de sementes por fruto. A análise estatística foi realizada através da metodologia de Modelos Lineares Generalizados. Os resultados mostraram que para ambas as localidades a antese das flores acontece cedo da manhã a partir das 6:00h, sendo que todas as flores estavam abertas às 7:00h. Os estigmas apresentaram-se receptivos das 6:00h às 13:00h e o pólen mostrou maior germinabilidade (75%) após 10 horas de incubação. Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) na produção de frutos entre os tratamentos em Quixeramobim e Quixeré. Porém, foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tratamentos dentro e/ou entre localidades em parâmetros como peso do capulho, peso da fibra, peso da semente e número de sementes. De uma maneira geral, Quixeré apresentou médias menores que Quixeramobim para todos os parâmetros investigados. Concluiu-se que o algodoeiro é uma planta de polinização intermediária, podendo se autopolinizar. Porém, é necessária a presença de agentes bióticos e um bom estado nutricional para maximizar a polinização. Pode-se concluir também que o nível de polinização natural nas áreas foi insuficiente para maximizar a produção. Além disso, as plantas de Quixeré não estavam adequadamente nutridas, ao contrário das de Quixeramobim.

Palavras-chave: biologia floral, requerimentos de polinização, *Apis mellifera*, produção de algodão.

ABSTRACT

The work aimed to study floral biology, pollination requirement of cotton (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, as well as the pollination efficiency of *Apis mellifera* in commercial crop areas in the counties of Quixeramobim and Quixeré, state of Ceará, Brazil. Experiments testing pollen germinability, stigma receptivity and types of pollination (open, restricted, hand self-pollination, hand cross-pollination and using *Apis mellifera*) were carried out. The following variables were evaluated: fruit production, cotton ball weight, seed weight, fiber weight, and number of seeds per fruit. Statistical analyses were carried out using the methodology of General Linear Models. Results showed that in both localities flower anthesis initiated early in the morning, from 6:00 h onwards, and all flowers were open by 7:00h. Stigmas were receptive from 6:00h to 13:00h and pollen showed the greatest germinability (75%) after 10 hours of incubation. There were no significant ($P>0.05$) differences in fruit production among treatments in Quixeramobim and Quixeré. However, significant differences ($P<0.05$) were noticed among treatments within and/or between localities in variables such as cotton ball weight, seed weight, fiber weight and number of seeds per fruit. In general, Quixeré showed lower mean than Quixeramobim to all variables investigated. It was concluded that the cotton plant is a species with an intermediate pollination system, being able of autopollination. However, it is necessary the presence of biotic agents and good nutritional conditions to maximize pollination. It was also possible to conclude that natural pollination levels occurring in the studied areas was not sufficient to maximize production. Moreover, plants in Quixeré were not in the best nutritional conditions, in opposition to what was observed in Quixeramobim.

Key-words: floral biology, pollination requirements, *Apis mellifera*, cotton production,.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência da polinização dos visitantes está relacionada com a biologia floral das plantas, pois cada espécie vegetal possui os seus próprios requerimentos de polinização (FREITAS, 2000). As plantas apresentam os mais diferentes tipos de flores e recursos florais para atrair os seus agentes polinizadores, visando alcançar a polinização e assegurar o máximo de sementes para a próxima geração.

No caso do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), suas flores apresentam cinco conjuntos de nectários, um floral e quatro extraflorais, que funcionam como uma unidade de atração para os visitantes florais que propiciam a polinização (BARROSO & FREIRE, 2003). Embora o algodoeiro seja uma planta que apresente flores autoférteis, há variações na capacidade de autopolinização das flores, já que a taxa de cruzamento pode atingir até 90%. Desta forma, alguns autores preferem denominá-lo como sendo parcialmente autógamo (GHAI, 1982; PEREIRA, 1986; CRISÓSTOMO, 1989). Em geral, a taxa de polinização do algodão está relacionada com a quantidade de insetos presentes na área onde a cultura é implantada, principalmente, a abelha *Apis mellifera* (FREE, 1993).

A abelha *A. mellifera*, têm sido relatada na literatura como o mais importante polinizador das flores do algodoeiro em várias partes do mundo. Segundo MCGREGOR et al (1976) as flores que recebem visitas de *A. mellifera* apresentam aumento no número de sementes por capulho, comparadas com as flores que não recebem visitas dessas abelhas. Já Ahmed et al. (1988), verificaram um aumento no peso, número de maçãs, número de sementes e a quantidade de fibras por capulho do algodão, quando as flores foram visitas por abelhas melíferas.

No entanto, no Brasil, a literatura é carente de informações sobre a eficiência de *A. mellifera* na polinização do algodoeiro. Apenas o trabalho de SANCHEZ JÚNIOR & MALERBO-SOUZA (2004) relata esta abelha como sendo a espécie mais efetiva na polinização do algodoeiro em São Paulo, tendo aumentado a quantidade de sementes por capulho. Assim sendo, o presente estudo tem por objetivo investigar a biologia floral e os requerimentos de polinização do algodoeiro, bem como a eficiência de *A. mellifera* na polinização desta cultura em Quixeramobim e Quixeré, no estado do Ceará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

2.1.1 O local, período, e a cultivar estudada, estão descritos no capítulo dois deste trabalho.

2.2- Biologia floral

2.2.1 Longevidade da flor, deiscência das anteras e receptividade dos estigmas

Durante o florescimento da cultura no mês de junho de 2006, no Assentamento Alegre - Quixeramobim (CE), verificou-se a longevidade floral, a deiscência, a receptividade e a viabilidade dos grãos de pólen das flores do algodoeiro.

Para o estudo do ciclo da flor (horário de antese e longevidade) foram ensacados e marcados aleatoriamente 30 botões florais em pré-antese, com saco de filó de nylon de 20x20 cm e malha de 1x 1 mm. No dia seguinte, as flores foram observadas a partir das 5:00h até as 17:00h, anotando-se quando ocorria a antese e o tempo de duração das flores.

Para o teste de receptividade do estigma, utilizou-se o método direto de polinização cruzada das flores ao longo do dia. Para tanto, 120 botões florais foram ensacados e marcados e, no dia seguinte, a partir das 7:00h, quando os estames já estavam liberando pólen, a receptividade dos estigmas foi verificada por meio de polinização manual cruzada. Foram utilizadas 30 flores, observadas em intervalos regulares de duas horas, iniciando às 7:00h e finalizando às 13:00h, quando as flores começaram a murchar. Para testar a receptividade dos estigmas no momento da antese (6:00h), em função da quase inexistência de pólen nos estames, utilizou-se o teste com peróxido de hidrogênio (H_2O_2 – 10 volumes) em 10 flores que leva à formação de borbulhas no estigma quando o estigma está receptivo. Essas bolhas se formam pela liberação do oxigênio quando da quebra das moléculas de peróxido de hidrogênio realizada por enzimas presentes nos estigmas receptivos. (DAFNI, 1992).

2.2.2 – Germinabilidade *in vitro* e viabilidade do pólen do algodão

A determinação da germinabilidade *in vitro* do pólen do algodão foi conduzida no Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará, e seguiu a metodologia descrita por Freitas (1995). Para tanto, preparou-se um meio de germinação misturando 1% de

Agar Oxoid nº1 + sacarose + solução de Kwacks (100 mg/L de ácido bórico, 300 mg/L de nitrato de cálcio, 200 mg/L de sulfato de magnésio, 100mg/L de nitrato de potássio). A mistura foi aquecida até que a sacarose e o agar fossem completamente dissolvidos. A seguir, enquanto a mistura ainda estava quente, pequenas gotas (aproximadamente 15mm x 20mm) foram colocadas em lâminas de microscopia usando uma pipeta limpa. Após as gotas terem solidificado e esfriado, o meio de germinação estava pronto para receber os grãos de pólen. Vários meios de germinação com diferentes concentrações de sacarose (5, 10, 15, 20 e 30%) e teor de solução de Kwacks (94, 98, 84, 79 e 69%) foram usados para determinar o meio mais adequado para germinação do pólen do algodoeiro.

O pólen do algodão foi distribuído uniformemente sobre a superfície do meio de cultura com o auxílio de um pincel. Em seguida, as lâminas prontas foram colocadas dentro de placas de Petri, com papel absorvente umedecido com água e envoltas em sacos plásticos para conservar a umidade do meio de cultura e levadas para uma câmara de germinação tipo B.O.D, às 8:00h da manhã e temperatura de 27°C. A contagem dos grãos de pólen germinados foi realizada após 8 h de incubação utilizando-se microscópio óptico. Foram considerados germinados os grãos de pólen cujo comprimento do tubo polínico tivesse ultrapassado o diâmetro do próprio grão de pólen. Quatro lâminas foram preparadas como repetições para cada meio de cultura (diferentes teores de sacarose).

Após a identificação do meio de cultura mais adequado para a germinação do grão de pólen do algodoeiro, o experimento foi repetido, adotando-se todos os procedimentos descritos acima, exceto que o meio utilizado foi somente aquele com 30% de sacarose e a contagem da germinação do tubo polínico foi feita com 4, 6, 8 e 10 h de incubação.

2.3 Requerimentos de polinização do algodoeiro e eficiência de polinização de *Apis mellifera*

Este experimento foi realizado durante os meses de junho e julho de 2006, em Quixeramobim (CE) e Quixeré (CE) com o intuito de conhecer os requerimentos da polinização do algodoeiro e a eficiência da abelha *A. mellifera* em vingar suas flores com uma única visita. Essa espécie de abelha foi escolhida por ser, entre os visitantes florais que adentram a flor, a única presente em quantidade suficiente para a realização deste tipo de experimento, conforme apresentado no capítulo 3 deste trabalho.

Foram aplicados cinco tratamentos, com 50 repetições cada, durante o período de florescimento da cultura nos dois municípios citados. A metodologia adotada para os diversos tratamentos dos tipos de polinização é descrita a seguir:

a) T1: Polinização restrita - foram ensacados e etiquetados 50 botões florais escolhidos aleatoriamente, para a observação da autopolinização do algodão. Os sacos permaneceram nas flores até o vingamento do fruto ou queda da flor, quando então foram removidos.

b) T2: Polinização aberta - foram marcados aleatoriamente 50 botões florais com fita colorida, e após a antese, as flores foram acompanhadas, sob condições naturais de campo, sem manipulação, até o vingamento do fruto ou queda da flor.

c) T3: Autopolinização manual - foram ensacadas e etiquetadas 50 flores escolhidas ao acaso ainda na fase de botão. No dia seguinte, após a antese, essas flores foram desensacadas e polinizadas manualmente com pólen da própria flor, quando o estigma ainda se encontrava receptivo.

d) T4: Polinização cruzada manual - para esse tipo de polinização, 50 botões foram escolhidos aleatoriamente, etiquetados e ensacados. No dia seguinte foi seguida a mesma metodologia anterior (T3), diferindo apenas a origem do pólen, que neste tratamento utilizou-se o pólen de outra planta.

e) T5: Polinização por *A. mellifera* - nesse tratamento 50 botões florais foram marcados aleatoriamente e após a antese da flor, foram desensacados e observados até que recebessem a primeira visita de uma abelha *A. mellifera*. Após a abelha deixar a flor, essa era re-ensacada e assim permanecia até a sua queda ou vingamento do fruto. Flores que recebessem visita de qualquer outro animal antes da visita de *A. mellifera* eram eliminadas do experimento. Como no experimento anterior, em todos os tratamentos foram comparados os números e peso dos capulhos, peso das sementes, peso da fibra e número de sementes por capulho.

2.4 Análise estatística

A análise do percentual de germinação do pólen do algodão *in vitro* foi realizada através da metodologia de Modelos Lineares Generalizados (Demétrio, 1993; Dobson, 2001), que realiza a análise considerando a variável na escala original dos dados, dispensando o uso de transformações. Os dados foram analisados utilizando o software estatístico R 2.0.1 (Pinheiro & Bates, 2000). A variável utilizada foi o número de grãos de pólen do algodão germinados para cada concentração de sacarose, em um total de 100

grãos avaliados, para cada repetição, em função das horas: 12, 14, 16 e 18h. Em cada hora foram avaliadas 4 repetições (com 100 grãos cada), totalizando 1600 grãos do pólen do algodão *in vitro*, em um delineamento inteiramente casualizado. Um modelo de regressão *logit* foi utilizado, sendo o preditor linear um modelo de regressão em função da hora.

A análise da taxa de vingamento na receptividade foi realizada através da utilização do teste Qui-quadrado, com a correção de continuidade de Yates. A análise de comparação, da taxa de vingamento, foi feita para cada hora considerada: 7:00, 9:00, 11:00 e 13:00.

Os dados relacionados ao requerimento de polinização do algodoeiro e eficiência de polinização de *A. mellifera* foram analisados por meio da metodologia de Modelos Lineares Generalizados (DEMÉTRIO, 1993; DOBSON, 2001), que realiza a análise considerando a variável na escala original dos dados, dispensando o uso de transformações. A resposta considerada segue uma distribuição binomial (n,p) e a função de ligação utilizada foi a $\text{logit} = \log(p/(1-p))$, sendo p a proporção de vingamento de frutos.

Os dados referentes ao peso do capulho, peso da semente, peso da fibra e número de sementes por capulho, foram analisados através da análise de variância, e as médias foram comparadas a *posteriori* pelo teste de Tukey (5%).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Biologia floral

3.1.1 Antese e senescência das flores do algodoeiro

As observações mostraram que no estágio de botão floral, a flor do algodão é protegida por um epicálice composto de três a quatro brácteas largas (Figura 1), as quais persistem mesmo depois da sua abertura. As pétalas apresentam cor branca em sua face externa, mantendo essa mesma coloração após a abertura (Figura 2). A antese ocorreu cedo da manhã por volta das 06:00h, a uma temperatura de 23^oC e umidade relativa em torno de 81%, com todas as flores estando abertas até as 7:00 h. Tais resultados discordam dos obtidos por CARDOSO et al. (2006) que avaliando os aspectos da biologia floral de *G. hirsutum* em Brasília, verificaram que a antese ocorre a partir de 5:00h, e entre 09:00-10:00h é quando 90% das flores encontravam-se abertas, com temperaturas de 25^oC e 69% UR. No entanto, Sanchez Junior & Malerbo-Souza (2004) observaram no estado de São Paulo que as flores do algodoeiro abrem entre 8h e 9h. Provavelmente essas diferenças em relação ao presente estudo devem-se à fatores relacionados a diferenças nas cultivares de algodão utilizadas, temperatura e/ou umidade relativa e luminosidade nas diferentes horas do dia entre as localidades estudadas.



Figura 1 - Flores do algodão (*Gossypium hirsutum*) na fase de botão floral.



Figura 2 – Flores do algodão (*Gossypium hirsutum*): A) processo de antese; B) aberta.

O estágio de senescência da flor do algodão foi caracterizado pelo murchamento e a mudança de cor das pétalas de brancas para róseas, que se iniciou no meio da tarde. No final do dia as flores fecharam completamente e não abriram mais, apresentando longevidade de apenas 1 dia. No dia seguinte, as pétalas murchas e fechadas apresentaram cor violácea e caíram no final da tarde do segundo dia ou noite entre este e o terceiro dia (Figura 3). De acordo com Penna (1982), as flores do algodão mudam de cor em função da exposição à luz solar, mas Beltrão & Souza (1999) afirmam que elas mudam para a cor violácea após o processo de fecundação.



Figura 3 - Flores de *Gossypium hirsutum* no estágio de senescência.

3.1.2 Liberação do pólen

A liberação do pólen iniciou-se no momento da abertura das flores (Figura 4), mas em pequenas quantidades. Observou-se que a deiscência das anteras é longitudinal e as primeiras anteras a liberarem pólen foram as que ficam localizadas na base do estilete. À medida que o tempo passava, mais e mais anteras liberavam pólen, até que às 8:00h, todos os estames já haviam liberado pólen em abundância.



Figura 4 – Estames da flor do algodão (*Gossypium hirsutum*) liberando pólen.

3.1.3 Receptividade do estigma

O estigma mostrou-se receptivo durante todo o período que a flor permaneceu aberta, ou seja, das 6:00h às 13:00h. O início da receptividade do estigma ocorreu no momento da antese das flores (6:00h), verificado pelo teste do peróxido de hidrogênio, observando-se a formação de borbulhas no estigma.

Considerando-se a polinização manual, houve vingamento de flores em todos os horários testados (07:00; 09:00h; 11:00h e 13:00h). No entanto, houve diferenças significativas ($P > 0,01$) quando foram comparadas as taxas de vingamento nos diferentes horários (Tabela 1). Às 09:00h observou-se o maior número de frutos vingados quando comparado aos horários das 07:00, 11:00 e 13:00h, que não diferiram entre si. Portanto, a

polinização do algodoeiro pode ocorrer em qualquer momento entre a antese e o fechamento definitivo da flor, porém sendo mais efetiva se realizada por volta das 9:00h. Essas observações estão de acordo com as de MCGREGOR (1976), que afirmou que a receptividade do estigma da flor do algodão normalmente ocorre antes dela abrir ou na hora da sua abertura, caindo por volta do meio-dia. No entanto, FREE (1993) afirma que os estigmas das flores do algodão só se tornam receptivos a partir de duas horas após a abertura da flor.

Tabela 1 – Receptividade do estigma das flores de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em diferentes horários.

Horário da polinização	Nº de flores marcadas	Número e percentual (%) de frutos vingados
07:00	30	20 (67,00) b
09:00	30	27 (90,00) a
11:00	30	23 (77,00) b
13:00	30	22 (73,00) b

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.1.4 Germinabilidade *in vitro* do pólen do algodão em diferentes concentrações de sacarose.

Nos testes feitos, onde foram testadas as diferentes concentrações de sacarose (5, 10, 15, 20 e 30%) observou-se que os grãos de pólen só germinaram no meio de cultura com 30% de sacarose. A concentração de sacarose é um dos principais componentes existentes no meio de cultura para a germinação do pólen, pois a mesma é capaz de proporcionar o equilíbrio osmótico entre o pólen e a solução de germinação e fornecendo energia para auxiliar o processo do desenvolvimento do tubo polínico (STANLEY & LINSKENS, 1974; MIRANDA & CLEMENT, 1990). Almeida et al (1986), testando concentrações de agar, sacarose e cálcio na germinação do pólen de algodão *in vitro*, verificaram as melhores taxas de germinação e comprimento do tubo polínico a uma

concentração de 25% de sacarose, nível não testado no presente trabalho embora muito próximo dos resultados aqui obtidos.

Na figura 5, estão apresentados os valores observados e os estimados pelo modelo de regressão *logit* estimados em (1) para “y/100 = proporção de grão *in vitro* germinado”

ao longo do tempo: $\frac{y}{100} = \frac{\exp(-9,2839 + 0,5815 \text{ Hora})}{1 + \exp(-9,2839 + 0,5815 \text{ Hora})} * 100$ sendo, hora: 12, 14, 16,

18.

Houve diferenças significativas ($P < 0,01$) com relação à germinação dos grãos de pólen nos diferentes horários, tendo todos diferidos entre si. Após quatro horas de incubação, a porcentagem média de germinação era de 9,25%, mas à medida que o tempo passou, esse percentual aumentou progressivamente, de forma que 6h após o início da incubação havia subido para 22,25%, 8h para 53,75% e 10h alcançou o percentual máximo de 75,00% (Figura 5). Esses resultados corroboram com Free (1993), que afirmou que o grão de pólen do algodão permanece viável até 12h após a deiscência das anteras. De acordo com esses resultados, se o pólen for transferido das anteras até dez horas depois da antese, e o estigma estiver receptivo, pode ocorrer o vingamento dos frutos.

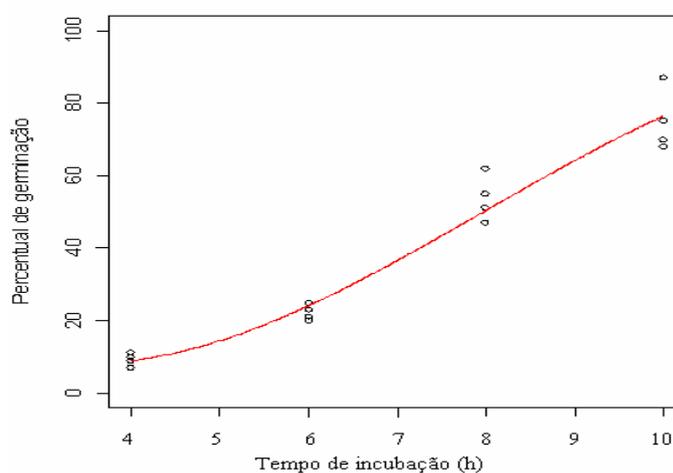


Figura 5 - Germinação de grãos de pólen do algodão (*Gossypium hirsutum*) *in vitro* em função do tempo de incubação.

3.2 Requerimentos de polinização do algodoeiro e eficiência de polinização de *Apis mellifera*

3.2.1 – Vingamento inicial e persistência dos frutos em função do tipo de polinização em Quixeramobim e Quixeré.

As observações realizadas aos oito dias após a antese das flores, mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos de polinização em Quixeramobim (Tabela 2). A autopolinização manual diferiu ($P < 0,05$) da polinização cruzada manual e da polinização restrita, não diferindo ($P > 0,05$), no entanto, da polinização por *A. mellifera* e da polinização aberta. A polinização restrita não diferiu ($P > 0,05$) apenas da polinização cruzada manual, tendo diferido ($P < 0,05$) da autopolinização manual, polinização por *A. mellifera* e da polinização aberta. Embora no vingamento inicial tenham ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos em Quixeramobim, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) no número de frutos colhidos. Já em Quixeré, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos tanto no vingamento inicial quanto no número de frutos colhidos. Quando foram comparados os tratamentos de Quixeramobim e Quixeré também não se observaram diferenças significativas ($P > 0,05$) no vingamento inicial e no número de frutos colhidos entre as localidades.

Os resultados mostraram que o algodoeiro pode produzir frutos sob qualquer um dos tipos de polinização testados neste experimento, como também suas flores são capazes de se autopolinizar, independentemente de agentes externos (Figura 6). Isto ficou evidente no tratamento de polinização restrita, quando as flores foram mantidas isoladas por sacos de malha de filó de nylon e conseguiram produzir frutos para colheita nos dois municípios estudados (Tabela 2). Segundo Freire & Costa, (1999), o algodão teria um elevado índice de autopolinização, variando de 32 a 88 %.

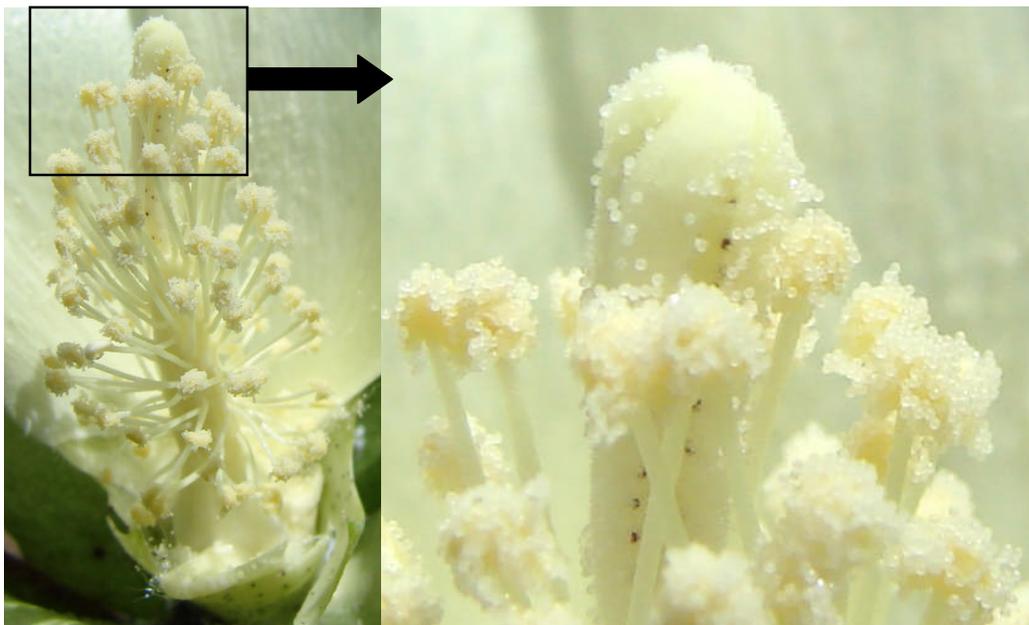


Figura 6 – Autopolinização natural da flor do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). Os estames liberando pólen na superfície estigmática.

A própria morfologia da flor oferece condições de autopolinização sem necessitar de agentes polinizadores para fazer a transferência dos grãos de pólen das anteras para o estigma. Na flor da variedade de algodão estudada (BRS 187 8H), as anteras quando maduras e liberando pólen, ficam em contato direto com grande parte do estigma e transferem pólen para ele (Figura 6). Free (1993), também havia observado em outras variedades pelo o fato do algodoeiro apresentar um estigma pequeno e um longo filamento, ele é envolvido pelas anteras quando elas ficam eretas, facilitando o contato do pólen com o estigma ocorrendo a autopolinização.

Tabela 2 – Vingamento inicial e persistência dos frutos de algodoeiro *Gossypium hirsutum* em função do tipo de polinização em Quixeramobim e Quixeré.

Tratamentos	Nº de frutos	Número de frutos vingados e colhidos	
		Aos 8 dias (%)	Na colheita aos 45 dias (%)
QUIXERAMOBIM			
Autopolinização manual	50	47 (94,00) a	29 (49,15)
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	50	44 (88,00) ab	38 (76,00)
Polinização cruzada manual	49	39 (79,59) bc	32 (64,00)
Polinização aberta	50	44 (88,0) ab	42 (84,00)
Polinização restrita	50	32 (64,0) c	29 (58,00)
QUIXERÉ			
Autopolinização manual	50	45 (90,00)	33 (66,00)
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	51	45 (88,24)	41 (80,39)
Polinização cruzada manual	50	45 (90,00)	37 (74,00)
Polinização aberta	50	40 (80,00)	39 (78,00)
Polinização restrita	50	40 (80,00)	34 (68,00)

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.2 – Peso do capulho, da semente, da fibra e número de sementes em função do tipo de polinização em Quixeramobim

Constatou-se que em Quixeramobim o peso do capulho e o peso da fibra não diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre os tratamentos de autopolinização manual, polinização por *A. mellifera*, polinização cruzada manual e a polinização aberta. No entanto, a autopolinização manual e a polinização cruzada manual diferiram significativamente ($P < 0,05$) da polinização restrita, que por sua vez não diferiu ($P < 0,05$) dos demais tratamentos (Tabela 3). De acordo com Beltrão et al, (1999) para ocorrer um bom desenvolvimento da fibra de algodão é necessário que os óvulos sejam fecundados, pois sem a fecundação as fibras não crescem e não se diferenciam, não havendo formação

dos frutos. Portanto, nos tratamentos com peso de fibra significativamente inferior, pode-se inferir que não houve uma polinização adequada.

Com relação ao peso de sementes, verificou-se que não houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos com exceção da autopolinização manual e a polinização restrita, que diferiram ($P < 0,05$) entre si (Tabela 3).

Quanto aos dados referentes ao número de sementes por fruto, observou-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos de autopolinização, polinização por *A. mellifera*, polinização cruzada manual e polinização aberta, e todos esses tipos de polinização com exceção da *A. mellifera* diferenciaram ($P < 0,05$) da polinização restrita (Tabela 3). Provavelmente, o significativamente maior número de sementes nos tratamentos que diferiram da polinização restrita seja consequência de uma maior deposição de grãos de pólen diretamente sobre a superfície apical do estigma, suficiente para fecundação de todos os óvulos presentes no ovário, já que na polinização restrita os grãos de pólen são depositados principalmente na base e porção média do estigma, pois são as áreas que entram em contato com as anteras. Segundo McGregor (1976), existem diferenças entre os tipos de polinização do algodão, pois as flores que recebem mais pólen em toda superfície do estigma são capazes de produzir um maior número de sementes por frutos quando comparadas com as flores que só recebem pólen na base.

Tabela 3 – Peso médio dos capulhos e sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), oriundos de cinco formas de polinização em Quixeramobim – CE.

Tipos de polinização	N	Peso do capulho (g)	Peso de semente (g)	Peso da fibra (g)	Nº. de sementes
Autopolinização manual	50	7,54 ± 0,29a	3,33 ± 0,15a	2,12 ± 0,10 ^a	32,14 ± 1,19a
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	50	6,59 ± 0,30ab	2,97 ± 0,15ab	1,89 ± 0,09ab	28,58 ± 1,01ab
Polinização cruzada manual	50	7,26 ± 0,28a	3,18 ± 0,14ab	2,08 ± 0,10 ^a	30,85 ± 1,10a
Polinização aberta	50	6,74 ± 0,30ab	2,94 ± 0,15ab	2,05 ± 0,12ab	30,11 ± 0,81a
Polinização restrita	50	6,02 ± 0,30b	2,66 ± 0,13b	1,64 ± 0,10b	25,24 ± 1,24b

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos confirmam a afirmativa de alguns autores quando sugerem que o algodoeiro seria uma planta de polinização intermediária e mista (GHAI, 1982; COCKERHAM & WEIR, 1984). Isto pôde ser observado claramente ao se obter resultados semelhantes quando da autopolinização e da polinização cruzada entre flores de plantas diferentes, tanto no peso do capulho, peso da semente, peso da fibra e número de sementes vingadas. Este trabalho também confirma que o algodoeiro é capaz de se autopolinizar e produzir frutos independentemente de agentes polinizadores, uma vez que a polinização restrita produziu capulhos, sementes e fibras. No entanto, a autopolinização realizada pela flor não é suficiente para maximizar a produção da cultura, haja visto que os tratamentos com polinização manual (autopolinização ou polinização cruzada) diferiram significativamente ($P < 0,05$) da polinização restrita no peso do capulho, peso da fibra e número de sementes. Por outro lado, a polinização natural ocorrendo na área (polinização aberta) e as abelhas *A. mellifera* não estão sendo capazes de maximizar a polinização, já que seus resultados não diferiram daqueles da polinização restrita. Isto não quer dizer necessariamente que *A. mellifera* e as demais espécies de abelhas observadas nas flores do algodoeiro não sejam polinizadores eficientes desta planta, uma vez que o baixo número de visitantes florais (*Apis* ou não) nas flores pode ter contribuído para uma polinização insuficiente para maximizar a produção. Esta baixa ocorrência nas flores, por sua vez, pode ser consequência dos tratamentos culturais “não amigáveis” aos polinizadores usados na cultura já discutidos anteriormente.

3.2.3 – Peso do capulho, da semente, da fibra e número de sementes em função do tipo de polinização em Quixeré.

Em Quixeré não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para peso do capulho, peso da semente, peso da fibra e número de sementes como pode ser visto na tabela 4. Os resultados obtidos sugerem que o tipo de polinização não apresenta efeitos sobre os parâmetros estudados. No entanto, em Quixeramobim a mesma cultivar apresentou diferenças significativas para os mesmos tratamentos, o que só poderá ser explicado comparando-se os mesmos tratamentos em cada localidade, conforme analisado a seguir (item 3.2.2).

Tabela 4 – Peso médio dos capulhos e sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), oriundos de cinco formas de polinização em Quixeré – CE.

Tipos de polinização	N	Peso do capulho (g)	Peso de semente (g)	Peso da fibra (g)	Nº. de Sementes
Autopolinização manual	50	4,38 ± 0,20	1,73 ± 0,10	1,39 ± 0,08	26,67 ± 1,52
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	50	4,60 ± 0,18	1,87 ± 0,08	1,53 ± 0,07	26,93 ± 1,05
Polinização cruzada manual	50	4,21 ± 0,24	1,66 ± 0,11	1,34 ± 0,08	26,32 ± 1,56
Polinização aberta	50	4,32 ± 0,20	1,74 ± 0,10	1,42 ± 0,09	25,74 ± 1,53
Polinização restrita	50	4,12 ± 0,22	1,63 ± 0,10	1,32 ± 0,08	25,56 ± 1,89

3.2.4 – Comparação do peso do capulho, sementes, fibra e número de sementes por fruto do algodoeiro, em função do tipo de polinização em Quixeramobim e Quixeré.

Quando foram comparados os resultados da polinização em Quixeramobim e Quixeré, verificou-se que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos no peso dos capulhos e das sementes nos dois municípios estudados, onde todos os tratamentos de Quixeramobim apresentaram as maiores médias e diferiram significativamente ($P < 0,05$) de todos os tratamentos de Quixeré (Tabela 5). Provavelmente esses resultados sejam devido à adubação adequada e manejo mais “amigável” aos polinizadores usados em Quixeramobim, em contraste com a falta de adubação, uso pesado de defensivos agrícolas e revolvimento do solo adotados em Quixeré. De acordo com Souza & Beltrão (1999), para que o algodoeiro tenha um bom rendimento é fundamental o balanço entre crescimento vegetativo e frutífero, que é afetado pelas condições de ambiente, umidade e fertilidade do solo. Provavelmente essas diferenças sejam atribuídas à falta de adubação e, talvez, à temperatura máxima, já que a umidade relativa foi semelhante durante o período experimental nos dois municípios estudados (Tabela 6). Assim sendo, as plantas nutridas e polinizadas adequadamente em Quixeramobim tanto puderam vingar suas sementes quanto nutri-las melhor de forma a produzir capulhos e semente mais pesados, realçando as diferenças existentes entre os tratamentos de polinização, e mostrando aqueles que melhor atendem aos requerimentos de polinização do algodoeiro. Por outro lado, em Quixeré, a escassez de visitantes florais para polinizar

adequadamente as flores, associada às plantas não tão bem nutridas, embora tenha vingado os frutos e sementes de forma semelhante à Quixeramobim, limitou o peso dos capulhos e sementes à baixa capacidade das plantas de fornecer os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento e nivelando por baixo (polinização restrita) o resultado de todos os tratamentos. Ou seja, mesmo que algum tratamento atenda melhor aos requerimentos de polinização da espécie, como visto para Quixeramobim, em Quixeré isto ficou mascarado devido às plantas não poderem responder proporcionalmente, em função de suas limitações nutricionais. Esses resultados coincidem com os de Holanda-Neto et al (2002), que trabalhando com caju (*Anacardium occidentale*) demonstraram a importância do estado nutricional da planta para a expressão do potencial de polinização e seu impacto na produtividade das plantas.

Quando foram comparados, os dados referentes ao peso da fibra observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos dos dois municípios estudados, sendo que todos os tratamentos de Quixeramobim, exceto a polinização restrita, apresentaram as médias maiores e não diferiram ($P > 0,05$) entre si (Tabela 5). Por outro lado, todos os tratamentos de Quixeré apresentaram as menores médias de peso de fibra e também não diferiram ($P > 0,05$) entre si (Tabela 5).

Com relação ao peso das sementes, foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre o tratamento de autopolinização manual em Quixeramobim e as polinizações livre e restrita em Quixeré.

Tabela 5 – Peso do capulho, sementes, fibra e número de sementes do algodoeiro oriundos da autopolinização manual, polinização por *Apis mellifera*, polinização cruzada manual, polinização aberta e polinização restrita do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré – CE.

Tipos de polinização	N	Peso do capulho (g)	Peso de semente (g)	Peso da fibra (g)	Número de semente
Quixeramobim					
Autopolinização manual	50	7,54 ± 0,29a	3,33 ± 0,15a	2,12 ± 0,10a	32,14 ± 1,19a
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	50	6,59 ± 0,30ab	2,97 ± 0,15ab	1,89 ± 0,09abc	28,58 ± 1,01ab
Polinização cruzada manual	50	7,26 ± 0,28a	3,18 ± 0,14ab	2,08 ± 0,10a	30,85 ± 1,10ab
Polinização aberta	50	6,74 ± 0,30ab	2,94 ± 0,15ab	2,05 ± 0,12ab	30,11 ± 0,81ab
Polinização restrita	50	6,02 ± 0,30b	2,66 ± 0,13b	1,64 ± 0,10bcd	25,24 ± 1,24b
Quixeré					
Autopolinização manual	50	4,38 ± 0,20c	1,73 ± 0,10c	1,39 ± 0,08d	26,67 ± 1,52ab
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	50	4,60 ± 0,18c	1,87 ± 0,08c	1,53 ± 0,07cd	26,93 ± 1,05ab
Polinização cruzada manual	50	4,21 ± 0,24c	1,66 ± 0,11c	1,34 ± 0,08d	26,32 ± 1,56ab
Polinização aberta	50	4,32 ± 0,20c	1,74 ± 0,10c	1,42 ± 0,09d	25,74 ± 1,53b
Polinização restrita	50	4,12 ± 0,22c	1,63 ± 0,10c	1,32 ± 0,08d	25,56 ± 1,89b

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Médias das temperaturas máximas e mínimas em Quixeramobim e Quixeré-CE, no período experimental.

Local	Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$)	Umidade relativa (%)
Quixeramobim	$23,90 \pm 0,68\text{a}$	$27,87 \pm 0,68\text{a}$	$64,50 \pm 3,21\text{a}$
Quixeré	$24,40 \pm 0,83\text{b}$	$30,75 \pm 0,83\text{b}$	$62,61 \pm 3,46\text{a}$

As médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4- CONCLUSÕES

Foi confirmado que o algodoeiro estudado possui polinização intermediária, aceitando, indiferentemente, tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada.

A flor do algodoeiro realmente é capaz de se autopolinizar, no entanto há a necessidade da ação de agentes polinizadores externos para maximizar a produção no que diz respeito ao peso dos capulhos, sementes, fibra e número de sementes por fruto.

A abelha *A. mellifera* e demais visitantes florais presentes em Quixeramobim e Quixeré não foram capazes de maximizar a polinização do algodoeiro, provavelmente devido ao baixo número de indivíduos presentes nas áreas cultivadas.

O uso constante de defensivos agrícolas e outras práticas pouco “amigáveis” aos polinizadores, pode estar contribuindo para a redução no número de visitantes florais e impedindo que se atinja os índices ideais de polinização do algodoeiro em Quixeramobim e, especialmente, em Quixeré.

O algodoeiro poderá expressar todo o seu potencial produtivo provavelmente somente quando alcançar níveis de polinização e nutricionais adequados.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, H. M. H; et al. Honeybee pollination of some cultivated crops Sudan. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APICULTURE IN TROPICAL CLIMATES, 4., 1988, Cairo. **Proceedings...** London: International Bee Research Association, 1988. p. 100-108.
- ALMEIDA, F. C; SILVA, J. F; ALVES, J. F.; SILVA, F. P; ALMEIDA, F. A. G. Estudo da germinação do pólen do algodão, *Gossypium hirsutum* L., *in vitro*: i - efeitos do agar, da sacarose e do cálcio. **Ciência Agrônômica**. v. 17, n. 2, p. 75-83, 1986.
- BARROSO, P. A. V; FREIRE, E. C. **Fluxo gênico em algodão no Brasil**. Editores: Carmen S. S. Pires, Eliana M. G. Fontes e Edison R. Sujii – Brasília In: Impacto ecológico de plantas geneticamente modificadas: o algodão resistente a insetos como Estudo de caso. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003, 238p.
- BELTRÃO, N. E; SOUZA, J. G; Fitologia do algodão herbáceo (sistemática, organografia e anatomia) In: Beltrão , N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília : EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999, v.1, cap.3, p. 57-86.
- CARDOSO,C; SILVEIRA, F. A; OLIVEIRA, G. M; NAKASU, E; SUJII, E; FONTE; PIRE, C. Aspecto da biologia floral de *Gossypium hirsutum latifolium* (Malvaceae) In: VII ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2006, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: USP, 2006, CD-ROM.
- COCKERHAM, C. C; WEIR, B. S. Covariances of relatives stemming from a population undergoing mixed self and random mating. **Biometrics**. v. 40, p. 157-164. 1984.
- CRISÓSTOMO, J. R. **Avaliação da estrutura e do potencial genético de uma população do algodoeiro (*G. hirsutum* L) parcialmente autógama**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 191 p.
- DAFNI, A. 1992. **Pollination ecology: a practical approach**. The practical Approach Series (Series eds. D. Rickwood & B. D. Hames). IRL Press, Oxford University Press. 250p.
- DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos Lineares Generalizados na Experimentação Agrônômica, 5º SEAGRO e 38ª RBRAS**. Porto. 1993.
- DOBSON, A. J. **An Introduction to Generalized Linear Models**. 2nd ed. London: Chapman & Hall/CRC, 2001. 201p.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. New York: Academic Press, 1993.
- FREITAS, Breno Magalhães. **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. 1995. 197f. Tese (Doutor and pollination). University of Wales, Cardiff.

FREITAS, Breno Magalhães. Polinização em fruteiras tropicais. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis. 2000.

FREIRE, E. C; COSTA, J. N. Objetivos e métodos utilizados nos programas de melhoramento do algodão no Brasil. In: BELTRÃO, N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília : EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, v.1, cap.5, p. 272-293. 1999.

GHAI, G. L. Covariances among relatives in populations under mixed self-fertilization and random mating. **Biometrics**, v.38, p.87-92, 1982.

HOLANDA-NETO, J. P; FREITAS, B. M; BUENO, D. M; ARAÚJO, Z. B. Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): Effects of self-incompatibility and honey bee (*Apis mellifera*) foraging behaviour. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. v. 77, n. 1. 2002.

McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington: Agric. Res. Serv. United States Dept. of Agric., 1976.

MIRANDA, P. A; CLEMENT, C. R. Germination and storage of pejobaye (*Bactris gasipaes*) palmar pollen. **Revista de Biologia Tropical**, San José, v.38, n.1, p. 29-33, 1990.

PENNA, J. C. V. Melhoramento do algodoeiro anual. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 92, p. 10-13, 1982.

PEREIRA, M. B. Métodos empregados no melhoramento do algodoeiro. In: PEREIRA, M.B. **Métodos de melhoramento de plantas de reprodução intermediária**. Piracicaba: ESALQ/USP. 1986. Cap. 3. p. 14-33.

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

BELTRÃO, N. E; SOUZA, J. G; SANTANA, J. C. Fisiologia da fibra do algodoeiro herbáceo In: BELTRÃO, N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília : EMBRAPA. **Comunicação para transferência de Tecnologia**, v. 2, p. 883-992. 1999.

SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N.E de M. Fisiologia. In: BELTRÃO, N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. **Comunicação para transferência de Tecnologia**, v.1, p. 89-116. 1999.

STANLEY, R. G.; LINSKENS, H. F. **Pollen: biology, biochemistry and management**. New York: Springer- Verlag, 1974. 172 p.

CAPÍTULO 5

Influência da polinização, inclusive por *Apis mellifera*, na qualidade fisiológica da fibra e sementes de algodão herbáceo produzido nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará

RESUMO

O presente estudo objetivou investigar a influência do tipo de polinização no potencial fisiológico das sementes e nas características intrínsecas da fibra do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, produzido nos municípios de Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará. Os testes de germinação das sementes foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza - CE e a qualidade da fibra no Laboratório de Fibras da EMBRAPA Algodão, em Campina Grande - PB. Foram consideradas sementes oriundas dos seguintes tratamentos de polinização: autopolinização manual, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e polinização por *Apis mellifera*. Estas sementes foram submetidas aos seguintes testes: germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas em areia, teste de envelhecimento acelerado e matéria seca de plântulas. Quanto às fibras, foram estudadas as seguintes variáveis: comprimento da fibra em mm (UHM), uniformidade de comprimento em % (UNF), uniformidade de comprimento em % (UNF), resistência da fibra em gt/tex (STR), alongamento a ruptura em % (ELG), índice micronaire (MIC), reflectância em % (Rd), grau de amarelamento da fibra (+b), índice de fiabilidade (SCI). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e fatorial cruzado Local x Tratamento (2X5). Os dados foram analisados através do teste F da Anova e submetidas à análise de variância e médias comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os cinco tratamentos de polinização em Quixeramobim e Quixeré para porcentagem de germinação e primeira contagem. Analisando-se a porcentagem de emergência de plântulas em Quixeramobim e Quixeré, verificou-se que as maiores porcentagens de germinação foram obtidas em Quixeramobim, tendo estas diferido significativamente ($P<0,05$) das de Quixeré, com exceção dos tratamentos de visitas de *A. mellifera*, que não diferiram entre si. Quanto ao índice de velocidade de emergência (IVE), os resultados foram semelhantes aos encontrados para a emergência de plântulas. Quando foram feitas comparações entre os mesmos tratamentos em Quixeramobim e Quixeré, apenas as polinizações por *A. mellifera* não diferiram ($P>0,05$) entre si. Em relação às características intrínsecas da fibra, no município de Quixeramobim foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) apenas para a variável de reflectância (Rd), onde o tratamento de polinização aberta diferiu significativamente da polinização restrita, que por sua vez, não diferiram entre si. Todas as demais variáveis (UHM, UNF, SFI, STR, ELG, MIC, MAT, +b e SCI) não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos. Em Quixeré, foram observadas diferenças significativas ($P<0,01$) apenas para a variável do índice micronaire (MIC), onde os tratamentos de polinização por *A. mellifera*, polinização cruzada manual e polinização aberta apresentaram os melhores índices e não diferiram ($P>0,01$) entre si. No entanto, apenas a polinização por *A. mellifera* diferiu ($P<0,01$) da polinização restrita e autopolinização manual, enquanto que os demais tratamentos, não diferiram entre si. Concluiu-se que as abelhas *A. mellifera* podem ser importantes na polinização do algodoeiro, já que levaram a porcentuais de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas superiores. As características intrínsecas da fibra não são influenciadas pelo tipo de polinização.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, *Apis mellifera*, germinação de sementes de algodão, qualidade da fibra de algodão.

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the effect of the pollination process in seed physiological potential and fiber intrinsic characteristics in cotton (*Gossypium hirsutum*), cultivar 187 8H, grown in the counties of Quixeramobim and Quixeré, state of Ceará, Brazil. Seed germination tests were carried out in the Seed Laboratory of the Universidade Federal do Ceará, in Fortaleza - CE, and fiber quality was evaluated in the Fibers Laboratory, EMBRAPA Algodão, Campina Grande-PB. Seeds originated from the following pollination treatments: hand self-pollination, hand cross-pollination, restricted pollination, open pollination and *Apis mellifera* pollination were considered. These seeds were evaluated by the following tests: germination; first germination counting, sand plantule emergence, accelerated ageing test and plantule dry matter. Regarding the fibers, the following variables were studied: fiber length in % (UNF), length uniformity in % (UNF), fiber resistance in gt/tex (STR), stretching at rupture in % (ELG), micronaire index (MIC), reflectancy in % (Rd), yellowing degree (+b), resistance index (SCI). The experimental design was entirely randomized and crossed factorial Place x Treatment (2x5). Data were analysed using Anova F test submitted to variance analysis and compared *a posteriori* by the Tukey test at 5%. Results showed no significant differences ($P>0.05$) among treatments in Quixeramobim and Quixeré to germination and first germination counting. The greatest percentage of plantule emergence were found in Quixeramobim and differed significantly ($P<0.05$) to those of Quixeré, except for the treatments of *A. mellifera* pollination in both localities that did not differ significantly from each other. The same pattern was observed in relation to the emergence velocity index (IVE) Comparing the same treatments between Quixeramobim and Quixeré the results showed that only pollination by *A. mellifera* did not differ ($P>0.05$) from one locality to the other. The fiber intrinsic characteristics in Quixeramobim showed significant ($P<0.05$) differences among treatments only to reflectance (Rd), where the open pollination treatment differed to restricted pollination, but the latter one did not differ from the other treatments. All other variables (UHM, UNF, SFI, STR, ELG, MIC, MAT, +b and SCI) did not show significant ($P>0.05$) differences among treatments. In Quixeré, only the variable micronaire index (MIC) showed significant ($P<0.01$) differences among treatments, where pollination by *A. mellifera*, hand cross pollination and open pollination showed the best indices and did not differ ($P>0.01$) among them. However, only pollination by *A. mellifera* differed ($P<0.01$) to restricted pollination and hand self-pollination, while the remaining treatments did not differ from each other. It was concluded that *A. mellifera* bees could be relevant to cotton pollination since they increased the percentage of emergence and the index of plantule emergence velocity in cotton seeds. The intrinsic fiber characteristics are not affected by pollination.

Keywords: *Gossypium hirsutum*, *Apis mellifera*, cotton seed germination, cotton fiber quality.

1-INTRODUÇÃO

Na cultura do algodão, o sucesso germinativo das plantas, a produção de sementes e uma boa fibra dependem da qualidade da semente que é utilizada no plantio (BELTRÃO, 1999). Para Almeida et al. (1997), as sementes utilizadas em plantios de algodão devem ter qualidade superior, para possibilitar uma boa emergência no campo, plântulas vigorosas e uniformes, maior tolerância ao estresse inicial, resistência às pragas e doenças, e conseqüente aumento direto da produção das fibras. Mas os produtores de algodão nem sempre dispõem de sementes de boa qualidade, resultando assim na maioria dos casos, em plantios com baixa produtividade. Por isso, o algodão vem sendo cultivado por algumas empresas para obtenção de sementes (MORAES, 2001).

A literatura internacional é carente de estudos sobre o papel da polinização, particularmente daquela realizada por abelhas, na qualidade da fibra e sementes de algodão. Segundo Free (1993), a polinização realizada por abelhas é um fator importante para aumentar a porcentagem de germinação das sementes de algodão e a qualidade da fibra. A presença da abelha *Apis mellifera* em áreas de cultivo de algodoeiro levaria à aumentos da ordem de 16% na germinação das sementes e 9% no comprimento da fibra. (AHMED et al.,1989; RADOEV, 1963).

No Brasil, também não há estudos a respeito da influência da polinização na qualidade fisiológica das sementes e características intrínsecas das fibras, sendo necessário a realização de pesquisas que forneçam essas informações. Portanto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência do tipo de polinização no potencial fisiológico das sementes e nas características intrínsecas do algodão herbáceo produzido nas microrregiões de Quixeramobim e Quixeré no estado do Ceará.

2-MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Teste de germinação das sementes em função do tipo de polinização

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, CE. Foram consideradas sementes oriundas dos seguintes tratamentos de polinização: autopolinização, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e polinização por *Apis mellifera*.

As seguintes variáveis foram analisadas para cada tipo de polinização descrita acima e testadas entre si:

- a) Germinação: foram realizadas quatro repetições de 50 sementes cada, sendo essas sementes distribuídas em rolos de papel toalha tipo Germitest, umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocado para germinar a 25^oC. As avaliações foram realizadas no quarto e no décimo segundo dia, após a semeadura (BRASIL, 1992), e os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.
- b) Primeira contagem: conduzida juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais, no quarto dia após a semeadura.
- c) Emergência: utilizaram-se quatro fileiras de 1,0m contendo 50 sementes, distribuídas em canteiro (10 x 1,0m) com 20cm entre as fileiras, contendo substrato arenoso. As irrigações foram feitas sempre que necessário, visando o suprimento de água para a germinação das sementes e emergência das plântulas. Para a determinação do índice de velocidade de emergência das plântulas, foram efetuadas contagens diárias das plântulas emergidas a partir da instalação do teste, até o décimo segundo dia. Foram consideradas emergidas as plântulas cujos cotilédones afloraram à superfície da areia. O índice de velocidade de emergência foi calculado conforme a metodologia sugerida por MAGUIRE (1962).
- d) Envelhecimento acelerado: cada amostra de sementes foi distribuída sobre tela suspensa no interior de gerbox (11x11x3,0cm), contendo 40 ml de água destilada. As caixas foram mantidas em incubadora tipo B.O.D., regulada a 45^oC, durante 72 horas. Após estes períodos de exposição, as sementes foram colocadas para germinar conforme descrição anterior. A avaliação foi realizada no quarto dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

e) Matéria seca de plântulas: foram utilizadas quatro repetições de 50 plântulas provenientes da última contagem do índice de velocidade de emergência. As plântulas foram colocadas em estufa, com circulação de ar forçada, a 80°C até atingirem peso constante, quando foram então pesadas em balanças de precisão (0.01mg).

2.2.Características intrínsecas da fibra

As fibras oriundas de cada tipo de polinização foram enviadas para o Laboratório de fibra da EMBRAPA Algodão em Campina Grande – PB, onde foram analisadas por meio de equipamento apropriado, HVI 900 (High Volume Instrument), que avalia as características intrínsecas da fibra. Foram estudadas as seguintes variáveis, segundo a metodologia recomendada por SANTANA et al (1999):

- a) comprimento da fibra em mm (UHM) – obtido pelo comprimento médio que atinge uma amostra de fibra distribuída ao acaso, em um pente ou pinça especial;
- b) uniformidade de comprimento em % (UNF) – representa uma medida da regularidade do comprimento da fibra dentro de uma população;
- c) índice de fibras curtas em % (SFI) – corresponde à porcentagem de fibras curtas com comprimento inferior a 12,7 mm contido em uma amostra de fibra;
- d) resistência da fibra em gt/tex (STR) – determinada pela força requerida para romper uma amostra de fibra, dada em grama-força por tex;
- e) alongamento a ruptura em % (ELG) – representa o comprimento médio da distância à qual as fibras se distendem antes da ruptura;
- f) índice micronaire (MIC) – determinado pelo complexo finura/maturidade da fibra;
- g) maturidade (MAT) – refere-se à relação entre o diâmetro externo da fibra e o diâmetro do lúmen;
- h) reflectância em % (Rd) – corresponde à quantidade de luz refletida pela fibra;
- i) grau de amarelamento da fibra (+b) – corresponde ao grau de amarelamento da fibra (b+) de acordo com a escala de “Hunter”;
- j) índice de fiabilidade (SCI) – determina a resistência do fio.

2.3 – Análise estatística

Para o teste de germinação das sementes foi utilizado um delineamento fatorial cruzado local x tratamento (2x5) com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados através do teste F da Anova e submetidos à análise de variância e as médias comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. O estudo das características intrínsecas da fibra, em função do tipo de polinização, seguiram um delineamento experimental inteiramente casualizado, com variáveis submetidas à análise de variância e as médias comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação fisiológica das sementes

3.1.1 Germinação e primeira contagem em Quixeramobim e Quixeré

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os cinco tratamentos de polinização em Quixeramobim e Quixeré (Tabela 1). Os resultados sugerem que o tipo de polinização que origina a semente não influencia a porcentagem de germinação e primeira contagem.

Esses resultados corroboram com os de RIZZARDO (2007), que trabalhando com abelhas *A. mellifera* na polinização de mamoneira (*Ricinus communis* L.) também não encontrou diferenças significativas na porcentagem de germinação e no vigor das sementes produzidas sob diferentes tipos de polinização, inclusive em áreas com e sem a introdução de abelhas. CHIARI et al. (2005), trabalhando com a mesma espécie de abelha na polinização de soja (*Glycine max* L. Merrill), não verificaram diferenças no teste de germinação entre as sementes oriundas de flores que foram visitadas por abelhas e as que não receberam visitas.

Tabela 1-Valores médios relativos à germinação (%) e primeira contagem de sementes de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*) referentes aos cinco tipos de polinização em Quixeramobim e Quixeré.

Tipos de polinização	Germinação (%)		Primeira contagem	
	Quixeramobim	Quixeré	Quixeramobim	Quixeré
Polinização <i>Apis mellifera</i>	88,50± 0,81	90,50± 2,62	87,50 ± 0,95	88,00 ± 3,16
Polinização cruzada manual	87,00± 1,19	86,00± 3,30	85,00 ± 2,64	85,00 ± 5,68
Polinização restrita	82,00± 2,06	81,00± 3,40	82,00 ± 2,16	81,00 ± 1,91
Polinização aberta	85,00± 3,00	80,50± 3,77	85,00 ± 1,73	80,50 ± 2,62
Autopolinização manual	87,00±3,46	77,00± 3,62	87,00 ± 1,73	77,00 ± 3,69

3.1.2- Emergência de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.

Analisando-se a porcentagem de emergência de plântulas em Quixeramobim, (Tabela 2), não se observaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os cinco tratamentos. Já em Quixeré, foram verificadas diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tratamentos. A polinização por *A. mellifera* e polinização aberta apresentaram as maiores porcentagens de germinação de plântulas e não diferiram entre si. Porém, o tratamento com polinização por *A. mellifera* diferenciou-se dos demais. Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre a polinização aberta e cruzada, mas estas diferiram ($P<0,05$) da polinização restrita e autopolinização manual, que apresentaram baixa porcentagem de germinação. Por outro lado, quando foram comparadas aos municípios de Quixeramobim e Quixeré, verificou-se que as maiores porcentagens de germinação foram obtidas em Quixeramobim, tendo estas diferido significativamente ($P<0,05$) das de Quixeré, com exceção dos tratamentos de visitas de *A. mellifera*, que não diferiram entre si.

Segundo SOUZA & BELTRÃO (1999) o algodoeiro requer boas condições de solo, para que possa ter um bom desenvolvimento da parte vegetativa e apresentar sementes de alta qualidade. De acordo com VIEIRA & BELTRÃO (1999), entre os fatores que afetam a qualidade total das sementes de algodão ainda na planta, estão as variações de suprimento mineral e de carboidratos. Os produtores vêm tentando superar estas carências através de melhorias nas condições de manejo intensivo da cultura (SOUZA & BELTRÃO, 1999; VIEIRA & BELTRÃO, 1999).

Provavelmente, as diferenças ocorridas entre os tratamentos nos dois municípios, devem ser atribuídas à falta de condições nutricionais ideais para o bom desenvolvimento das sementes em Quixeré. Por outro lado, em Quixeramobim, onde a cultura recebeu adubação (NPK) não se observou diferenças significativas entre os tratamentos e seus percentuais de emergência de plântulas, mas estes resultados foram significativamente superior aos de Quixeré.

Tabela 2- Porcentagem de emergência de plântulas (%) de algodão (*Gossypium hirsutum*) em função de cinco tipos de polinização: polinização por *Apis mellifera*, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em Quixeramobim e Quixeré.

Tipos de polinização	Emergência de plântulas (%)	
	Quixeramobim	Quixeré
Polinização <i>Apis mellifera</i>	89,00 ± 0,82A	86,00 ± 2,63Aa
Polinização cruzada manual	91,00 ± 1,92A	69,00 ± 3,31Bb
Polinização restrita	90,00 ± 2,06A	51,00 ± 3,78Bc
Polinização aberta	86,50 ± 3,00A	72,50 ± 3,65Bab
Autopolinização manual	84,00 ± 3,47A	54,00 ± 3,41Bc

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.1.3- Índice de velocidade de emergência de plântulas em Quixeramobim e Quixeré

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos em Quixeramobim. Conforme os dados da tabela 3 constatou-se que para o índice de velocidade de emergência (IVE), os resultados foram semelhantes aos encontrados para a emergência de plântulas.

Em Quixeré, houve diferenças significativas ($P < 0,05$), entre os tratamentos. A polinização por abelhas melíferas obteve o maior índice diferindo ($P < 0,05$) dos demais. A polinização cruzada e a polinização aberta não diferiram entre si, porém foram significativamente diferentes ($P < 0,05$) da autopolinização e polinização restrita que, por sua vez, não diferiram entre si (Tabela 3).

Quando foram feitas comparações entre os mesmos tratamentos em Quixeramobim e Quixeré, apenas as polinizações por *A. mellifera* não diferiram ($P > 0,05$) entre si.

Esses resultados não representam qualquer surpresa uma vez que o IVE é obtido em função da emergência diária de plântulas, até a emergência total. Portanto, as sementes que não tiveram boa emergência, certamente não poderiam ser vigorosas e uniformes.

Segundo ALMEIDA et al (1997), o sucesso de culturas de importância econômica depende da qualidade das sementes que são utilizadas, devendo-se usar sementes de boa qualidade para obtenção de emergência uniforme no campo e plantas vigorosas, pois as mesmas refletem diretamente na produtividade.

Tabela 3- Influência de diferentes tipos polinizações: polinização por *Apis mellifera*, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual no índice de velocidade de emergência de plântulas em sementes de *Gossypium hirsutum* em Quixeramobim e Quixeré.

Tipos de polinização	Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)	
	Quixeramobim	Quixeré
Polinização <i>Apis mellifera</i>	10,91±0,17A	10,25±0,05Aa
Polinização cruzada manual	11,15±0,01A	8,21±1,03Bb
Polinização restrita	11,08±0,20A	5,92±1,04Bc
Polinização aberta	10,52±0,10A	8,42±0,48Bb
Autopolinização manual	10,28±0,21A	6,42±0,35Bc

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.1.4 – Comparação do envelhecimento acelerado de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos no teste de envelhecimento acelerado das sementes oriundas de Quixeramobim (Tabela 4).

Em Quixeré, observaram-se diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tratamentos, e as sementes provenientes da polinização por *A. mellifera* apresentaram a maior média, diferindo ($P<0,05$) dos demais tratamentos. A polinização cruzada manual, polinização aberta e autopolinização manual diferiram significativamente ($P<0,05$) do tratamento de polinização restrita, mas não entre si.

Quando foram feitas comparações entre os mesmos tratamentos em Quixeramobim e Quixeré, apenas as polinizações por *A. mellifera* não diferiram ($P>0,05$) entre si.

Segundo NAKAGAWA (1999), as sementes mais vigorosas, mesmo submetidas a este tratamento, em geral são menos afetadas na germinação e na capacidade de produção de plântulas, enquanto que as de baixo vigor são mais afetadas, quando sujeitas a esta situação. Seguindo essa linha de raciocínio, os resultados do presente estudo sugerem que as sementes oriundas da polinização por abelhas melíferas em ambientes de nutrição inadequada conseguem tornar-se mais vigorosas do que aquelas oriundas dos demais tratamentos e, como conseqüência, mantém seu poder germinativo por períodos mais prolongados.

Tabela 4- Resultados do teste de envelhecimento acelerado, usando-se cinco tipos de polinização: polinização por *Apis mellifera*, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em dois municípios diferentes, em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*).

Tipos de polinização	Média de % de germinação	
	Quixeramobim	Quixeré
Polinização <i>Apis mellifera</i>	94,00 ± 2,38A	84,50 ± 1,82Aa
Polinização cruzada manual	93,00 ± 1,00A	71,50 ± 6,13Bb
Polinização aberta	87,00 ± 2,36A	66,00 ± 4,50Bb
Autopolinização manual	84,00 ± 2,71A	54,50 ± 4,08Bb
Polinização restrita	88,50 ± 2,58A	68,50 ± 5,26c

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.1.5 – Comparação da matéria seca de plântulas em Quixeramobim e Quixeré.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) no peso de matéria seca entre os tratamentos em Quixeramobim e em Quixeré, porém houve diferenças significativas ($P < 0,05$) quando da comparação entre as duas localidades (Tabela 5).

Talvez a polinização não tenha nenhuma relação direta com a matéria seca das plântulas de algodão, já que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, essa afirmativa não deve ser generalizada para outras espécies vegetais, pois RIZZARDO (2007) observou que visitas das abelhas *A. mellifera* influenciaram positivamente, aumentando a matéria seca de plântulas de mamona (*Ricinus communis*). (17,14% maior na área com introdução de abelhas em relação àquela sem introdução das mesmas). Por outro lado, as diferenças entre as localidades, mais uma vez, podem ser explicadas devido às diferenças nutricionais das plantas-mãe em Quixeramobim e Quixeré.

Tabela 5- Resultados da matéria seca, usando-se cinco tipos de polinização: polinização por *Apis mellifera*, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em Quixeramobim e Quixeré, em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*).

Tipos de polinização	Média de % matéria seca	
	Quixeramobim	Quixeré
Polinização <i>Apis mellifera</i>	1,40 ± 0,05a	1,05 ± 0,06b
Polinização cruzada manual	1,35 ± 0,01a	0,98 ± 0,03b
Polinização aberta	1,44 ± 1,15a	0,88 ± 0,02b
Autopolinização manual	1,53 ± 0,03a	0,96 ± 0,02b
Polinização restrita	1,52 ± 0,06a	0,86 ± 0,02b

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 – Características intrínsecas da fibra em Quixeramobim e Quixeré

Considerando as características intrínsecas da fibra, no município de Quixeramobim foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) apenas para a variável de reflectância (Rd), onde o tratamento de polinização aberta diferiu significativamente da polinização restrita, que por sua vez, não diferiram entre si. Todas as demais variáveis (UHM, UNF, SFI, STR, ELG, MIC, MAT, +b e SCI) não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 6).

Em Quixeré, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) apenas para a variável do índice micronaire (MIC), onde os tratamentos de polinização por *A. mellifera*, polinização cruzada manual e polinização aberta apresentaram os melhores índices e não diferiram ($P > 0,01$) entre si. No entanto, apenas a polinização por *A. mellifera* diferiu ($P < 0,01$) da polinização restrita e autopolinização manual, enquanto que os demais tratamentos, não diferiram entre si (Tabela 7).

Não há na literatura qualquer inferência que possa justificar as diferenças observadas na variável relectância (Rd) em Quixeramobim, mas não em Quixeré, e na variável do índice micronaire (MIC) em Quixeré, mas não em Quixeramobim. Como o algodoeiro mostrou-se de polinização mista, suas flores são capazes de se autopolinizar, mas também são atrativas a visitantes florais, resultando em poucas diferenças entre os tipos de polinização. É possível que isto acabe por não influenciar ou influenciar muito pouco as características da fibra. Maiores investigações nesta área são necessárias.

Todas as variáveis estudadas, exceto o comprimento da fibra (UHM) e índice micronaire (MIC), mostraram-se dentro dos padrões exigidos para comercialização tanto em Quixeramobim quanto em Quixeré (Tabelas 6 e 7). A razão para o comprimento da fibra ser menor que o valor mínimo recomendado não é clara, haja visto que foi observado em todos os tratamentos das duas localidades, independentemente do tipo de polinização e estado nutricional das plantas. Uma suspeita poderia recair sobre as características genéticas da variedade, mas no caso da BRS 187 8H, trata-se de um material genético desenvolvido pela Embrapa Algodão, que atenderia as exigências do mercado quanto ao comprimento da fibra.

Tabela 6- Qualidade da fibra do algodão (*Gossypium hirsutum*) em função dos tipos de polinização em Quixeramobim - CE.

Tratamentos	Variáveis estudadas									
	UHM (mm)	UNF (%)	SFI (%)	STR (gf/tex)	ELG (%)	MIC (ug/in)	MAT (%)	Rd (%)	+b	SCI
Autopolinização manual	29,22	85,06	6,06	30,30	8,90	3,30	83,00	78,58ab	9,40	156,66
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	29,68	84,45	6,38	30,62	8,83	3,55	83,50	78,15ab	9,03	152,85
Polinização cruzada manual	29,28	84,92	6,96	29,82	8,22	3,78	84,60	78,58ab	9,42	150,47
Polinização aberta	29,50	84,64	6,28	29,78	8,80	3,58	83,60	80,74 ^a	8,94	152,33
Polinização restrita	29,70	84,73	6,55	32,45	8,53	3,76	84,25	77,50b	9,10	157,00
Padrão exigido pela indústria têxtil										
	30-40	>80	<10	>26	>7,0	3,6 a 4,2	>80	>70	<10	>100

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($P>0,05$) entre si.

UHM = comprimento da fibra em mm; UNF = uniformidade de comprimento em %; SFI = índice de fibras curtas em %; STR= resistência da fibra em gt/tex; ELG = alongamento a ruptura em %; MIC = índice micronaire; MAT = maturidade; Rd = reflectância em %; +b = grau de amarelamento da fibra; SCI = índice de fiabilidade.

Tabela 7- Qualidade da fibra do algodão (*Gossypium hirsutum*) em função dos tipos de polinização: polinização por *Apis mellifera*, polinização cruzada manual, polinização restrita, polinização aberta e autopolinização manual em Quixerê- CE.

Tratamentos	Variáveis estudadas									
	UHM (mm)	UNF (%)	SFI (%)	STR (gf/tex)	ELG (%)	MIC (ug/in)	MAT (%)	Rd (%)	+b	SCI
Autopolinização manual	28,82	83,00	7,93	28,52	8,03	2,83b	82,75	81,43	8,05	146,77
Polinização por <i>Apis mellifera</i>	27,92	83,84	8,26	30,90	7,58	3,78a	85,20	80,36	7,88	146,24
Polinização cruzada manual	29,04	84,22	6,32	29,86	7,76	3,38ab	84,20	80,42	7,92	150,97
Pol.inização Aberta	28,65	84,33	7,28	28,88	7,78	3,26ab	83,75	81,10	7,58	149,62
Pol.inização Restrita	28,20	83,43	8,20	29,05	7,88	3,10b	83,25	81,55	7,63	146,47
Padrão exigido pela indústria têxtil										
	30-40	>80	<10	>26	>7,0	3,6 - 4,2	>80	>70	<10	>100

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente ($P>0,05$) entre si.

UHM = comprimento da fibra em mm; UNF = uniformidade de comprimento em %; SFI = índice de fibras curtas em %; STR = resistência da fibra em gf/tex; ELG = alongamento a ruptura em %; MIC = índice micronaire; MAT = maturidade; Rd = reflectância em %; +b = grau de amarelamento da fibra; SCI = índice de fiabilidade

4- CONCLUSÕES

Concluiu-se que as abelhas *A. mellifera* podem ser importantes na polinização do algodoeiro, já que levaram a porcentuais de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas superiores.

As características intrínsecas da fibra não são influenciadas pelo tipo de polinização.

Todos os tipos de polinização estudados produzem fibras com características dentro dos padrões exigidos pela indústria têxtil, exceto as variáveis comprimento da fibra (UHM) e índice micronaire (MIC).

5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, H. M. H; SIDDIG, M. A; EL-SARRAG, M. S. A. Honeybee pollination of some cultivated crops Sudan. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APICULTURE IN TROPICAL CLIMATES, 4., 1988, Cairo. **Proceedings...** London: International Bee Research Association, 1988. p.100-108.

ALMEIDA, F. A. C.; MATOS, V. P.; CASTRO, J. R.; DUTRA, A. S. Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: ALMEIDA, F. A.C.; HAPA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R. (ed.): **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. 201p.

BELTRÃO, N.E. M. O. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, v.2, 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. p. 365.

CHIARI, W.C; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLLO-TAKASUSUKI, M. C C.; OLIVEIRA, A. J. B.; SAKAGUTI, E. S.; ATENCIA, V. M.; COSTA, F. M.; MITSUI, M. H. **Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.)**. **Braz. arch. biol. technol.** v. 48, n. 1, p. 31-36. 2005.

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

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MORAES, A.M. **Cultivo in vitro e criarmazenagem de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.)** 2001. 95p. Dissertação Mestrado – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C; VIEIRA, R. D; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

RADDOEV, L. Studies on bee pollination and honey productivity of cotton. In: INTERNAT. APIC. CONG. PROC. 19. Liblice, Czechoslovakia, p. 99. 1963.

RIZZARDO, Rômulo Augusto Guedes. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura**. 2007. 74f. Dissertação (Dissertação em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SANTANA, J. C. F.; VANDERLEY, M. J. R.; BELTRÃO, N. E M.; VIEIRA, D. J. Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados. In: BELTRÃO, N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, v. 2, p. 859-880, 1999.

SOUZA, J. G. de; BELTRÃO, N. E de M. Fisiologia. In: BELTRÃO, N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, v. 1, p. 89-116. 1999.

VIEIRA, R.M.; BELTRÃO, N. E M. Produção de sementes do algodoeiro In: Beltrão, N.E. de M. (Org) **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA. Comunicação para transferência de Tecnologia, v. 1, p. 441-453. 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou que a ordem Hymenoptera apresenta o maior número de visitantes florais com potencial polinizador nos campos de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*), cultivar BRS 187 8H, em Quixeramobim e Quixeré, no estado do Ceará. No entanto, o número de visitantes florais nas áreas estudadas pode ser considerado muito baixo, mesmo em Quixeramobim, onde esses valores foram 3,34 vezes maiores que em Quixeré. Considerando que praticamente todas as espécies encontradas estavam presentes nas duas áreas, utilizou-se a mesma variedade de algodão (mesma atratividade aos visitantes florais) e cultivou-se durante o mesmo período do ano, variações nas condições de cultivo podem ser apontadas como responsáveis por essas diferenças, conforme já descrito na literatura mundial para outras culturas em outros locais (KREMEN, 2004; MARCO Jr. & COELHO, 2004).

Fatores como o maior tamanho da área, a aplicação de defensivos agrícolas a cada oito de dias, o revolvimento do solo com gradagem e a distância da mata nativa em Quixeré, todos aspectos que dificultam a presença e permanência de visitantes florais nos cultivos, tornaram o plantio de Quixeré menos atrativo para polinizadores potenciais do que o de Quixeramobim. No entanto, os dados de Quixeramobim também são preocupantes e os resultados de requerimento de polinização mostraram que em nenhuma das duas localidades a polinização sem a interveniência humana conseguiu atingir o potencial que as plantas demonstraram ao serem polinizadas manualmente. As flores mostraram-se capazes de se autopolinizarem, mas não conseguem maximizar a polinização. De forma semelhante, as abelhas *Apis mellifera*, visitantes mais frequentes e polinizadores bióticos mais importantes, também conseguem promover autopolinização ao forçarem os estames contra o estigma enquanto coletam néctar nas flores, mas também não

conseguem maximizar a produção de frutos. Já abelhas nativas como *Ancyloscelis* sp. 1, *Ancyloscelis* sp. 2, *Melissoptila unicolornis* coletam pólen ativamente e podem promover polinização cruzada ao mudarem de flor para flor. No entanto, essas espécies, apesar de presentes nas áreas, ocorrem em números tão diminutos que sua eficiência não pôde ser medida e certamente não apresentam qualquer impacto na produtividade da cultura na presente situação. O desenvolvimento de práticas mais “amigáveis” aos polinizadores potenciais pode promover o aumento do número dessas abelhas nas áreas de algodão, permitindo que se avalie adequadamente o papel que desempenham na polinização desta cultura e possíveis impactos na sua produtividade e qualidade de fibra e sementes.

Mesmo nas condições atuais de cultivo, as abelhas *Apis mellifera*, únicas em números suficientes para serem realizados testes de eficiência de polinização, foram capazes de aumentar significativamente os percentuais de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas, o que se mostra bastante importante para a indústria de produção de sementes. Por outro lado, parece que o algodoeiro é capaz de produzir fibra de qualidade sob qualquer tipo de polinização. No entanto, um aspecto que ficou patente no presente estudo foi o efeito da nutrição adequada das plantas sobre o tipo de polinização, comprovando os achados de Holanda-Neto et al. (2002) de que o tipo de polinização correto aos requerimentos da espécie deve ser acompanhado da nutrição adequada das plantas, sob pena de limitar a expressão total do potencial produtivo da espécie e do tipo de polinização recebido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOLANDA-NETO, J. P.; FREITAS, B. M.; BUENO, D. M.; ARAÚJO, Z. B. Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): Effects of self-incompatibility and honey bee (*Apis mellifera*) foraging behaviour. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 77, n. 1, 2002.

KREMEN, C. **Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits?** In: Freitas e Pereira (ed.), Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. p. 115-124. 2004.

MARCO Jr., P. De; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation**. v. 13, n. 7, p.1245-1255, 2004.