

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Zootecnia

POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) POR
ABELHAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.): REQUERIMENTOS
DA CULTURA E MANEJO DAS COLÔNIAS

RAIMUNDO MACIEL SOUSA

N. Cham.: T 636.08 S698p
Autor: Sousa, Raimundo Maciel
Título: Polinização do meloeiro



13839229 Ac. 70110

BCT CAT

Fortaleza - CE
2003

RAIMUNDO MACIEL SOUSA

**POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) POR ABELHAS
MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.): REQUERIMENTOS DA CULTURA E
MANEJO DAS COLÔNIAS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

FORTALEZA - CE

2003

RAIMUNDO MACIEL SOUSA

**POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.) POR ABELHAS
MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.): REQUERIMENTOS DA CULTURA E
MANEJO DAS COLÔNIAS**

Tese Submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Sub-Programa do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, do qual participam a Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de *Doutor em Zootecnia*.

Área de Concentração: Produção Animal – Apicultura.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas

FORTALEZA - CE

2003

A 70110

T

636.08

S698P

13839229

(EX. CATIVO)

S698p

Sousa, Raimundo Maciel.

Polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.): requerimentos da cultura e manejo das colônias/ Raimundo Maciel Sousa.— Fortaleza, 2003.

xxiil, 119 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Zootecnia.

1. Polinização. 2. Apicultura-manejo. 3. Melão. I. Título.

CDD 638.1

Esta tese foi submetida, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Raimundo Maciel Sousa

TESE APROVADA EM FORTALEZA, CEARÁ EM 17/OUTUBRO/2003.

Breno Magalhães Freitas, Doutor, Professor da UFC.
Orientador

Dalva Maria Bueno, Doutora, Pesquisadora EMBRAPA-CNPAT
Conselheira

Luís Antônio da Silva, Doutor, Professor da UFC.
Conselheiro

Christian Westerkamp, Doutor, Professor da UFC
Conselheiro

Francisco Deoclécio Guerra Paulino, Doutor, UFC
Conselheiro

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Aos meus pais *Antônio* e *Helena*, pela oportunidade que me deram de vir a este mundo, de compartilhar a vida em família e de deixar esta pequena contribuição ao estudo das abelhas;

Ao meu avô *Leôncio*, pela esperança depositada em mim e o exemplo de como valorizar nossas origens;

Aos meus irmãos *Lúcio*, *Gustavo* e *Tiago*, por toda união que tivemos nas horas mais difíceis;

À minha esposa *Odaci*, pelo amor, pela dedicação e pela paciência;

Às *Abelhas Africanizadas*, pela possibilidade de melhorar a realidade dos povos da caatinga.

DEDICO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho não seria possível sem a participação de várias pessoas e instituições, às quais agradeço:

À Deus, pelo maior de todos os presentes: a vida.

À minha esposa e colega Odaci pelo carinho e dedicação sem os quais não teria conseguido superar as dificuldades durante a realização do Curso de Doutorado.

À Universidade Federal do Ceará, através do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, por possibilitar a realização da presente Tese.

Ao Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas pela orientação, paciência e dedicação indispensáveis à conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Amaury Oriá Fernandes pelo apoio, confiança e conselhos fundamentais à minha vida profissional.

À Dra. Dalva Maria Bueno pelo apoio e orientação durante o planejamento, implantação e condução dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Luís Antônio da Silva pelo companheirismo e orientação durante a etapa da qualificação.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino pelo apoio recebido através do Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia da UFC.

Ao Prof. Dr. Renato Inneco pela colaboração durante a fase inicial deste trabalho.

À Profa. Dra. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

À Cooperativa dos Apicultores do Semi Árido – COOPERNÉCTAR pelo empréstimo de parte das colônias utilizadas na condução desta pesquisa.

À Associação dos Produtores do Baixo Acaraú – A. P. A. pelo espaço junto aos produtores de melão, indispensável à realização deste trabalho.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico – Centec pelo incentivo, apoio e pela concessão do tempo necessário à finalização desta Tese.

Ao amigo José Hugo de Oliveira Filho, colega da época do Mestrado e apicultor, pela ajuda durante a fase de implantação dos experimentos.

Aos amigos da Apicultura Marcelo Leopoldino, Roberto Henrique, Júlio Otávio, João Paulo, Eva Mônica e Fábila Melo.

Aos amigos e professores da Unidade Centec de Sobral pelo apoio e companheirismo.

Ao Diretor Regional da Unidade Centec de Sobral Dr. Izairton Martins do Carmo pelo incentivo e apoio.

Aos colegas de turma do Doutorado em Zootecnia Arnaud e Daniele Azevedo e Almir Chalegre.

À José Lúcio Maciel Sousa, apicultor, pelo indispensável auxílio na coleta dos dados de campo.

Aos amigos e funcionários do Setor de Apicultura da UFC, Francisco Carneiro, Hélio Rocha, Edmilson e Sr. Pedro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa – Agroindústria Tropical pelo financiamento de parte do nosso projeto.

À CAPES pela possibilidade de realizar o presente curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa, que juntamente com a taxa de bancada, financiaram parte dos custos do presente trabalho.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para concretização do presente trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE FIGURAS	XVIII
RESUMO	XX
ABSTRACT	XXII
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo geral	03
2.2 Objetivos específicos	03
3 HIPÓTESES	04
4 REVISÃO DE LITERATURA	05
4.1 A cultura do melão	05
4.1.1 Importância	05
4.1.2 Botânica do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.)	06
4.1.2.1 Morfologia geral	06
4.1.2.2 Variedades	06
4.1.2.3 Biologia floral	08
4.1.2.4 Requerimentos de polinização	09
4.2 Organização da colônia de <i>Apis mellifera</i>	11

4.2.1	Polietismo temporal	11
4.2.2	FORAGEAMENTO	14
4.2.2.1	Sistemas de comunicação	14
4.2.2.2	Comportamento de pastejo	15
4.3	A polinização com abelhas	17
4.4	Uso de abelhas na polinização de fruteiras	18
4.5	Manejo de colônias de <i>Apis mellifera</i> para polinização	19
4.5.1	Tamanho da colônia	19
4.5.2	Número de colônias	20
4.5.3	Distância entre as colônias e os pomares	21
4.5.4	Período de introdução da colônia	21
4.5.5	Manipulação das colônias	22
4.6	A polinização do meloeiro	23
5	MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1	Área experimental	25
5.1.1	Localização	25
5.1.2	Clima	25
5.1.3	Solo e relevo	25
5.2	Formação dos pomares	26
5.3	Sistema de cultivo do melão	26
5.4	Colônias de abelhas	27
5.4.1	Tipo de colmeia utilizada	27

5.4.2	Origem das colônias	28
5.4.3	Estado populacional das colônias	28
5.4.4	Desenvolvimento das colônias	29
5.5	Montagem dos experimentos	30
5.5.1	Biologia floral e requerimentos de polinização	30
5.5.2	Comportamento de pastejo das abelhas	32
5.5.3	Técnicas de introdução de colmeias	33
5.5.4	Manejo para polinização dirigida	35
5.6	Delineamento estatístico	35
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1	Requerimentos de polinização do meloeiro	45
6.1.1	Proporção de flores estaminadas e perfeitas no meloeiro	45
6.1.2	Vingamento inicial dos frutos em função do tipo de polinização	47
6.1.3	Peso dos frutos e número de sementes em função do tipo de polinização	49
6.1.4	Vingamento inicial dos frutos em função da fase de florescimento do meloeiro	52
6.1.5	Vingamento inicial dos frutos do meloeiro em função da distância das colmeias em relação à área cultivada	54
6.2	Comportamento de pastejo das abelhas melíferas nas flores do meloeiro	55
6.2.1	Freqüência de abelhas pastejando nas flores do meloeiro	55
6.2.2	Freqüência de coletoras de néctar e pólen no alvado das colméias	59

6.2.3	Tempo gasto por visita das coletoras de néctar e pólen	61
6.2.4	Número mínimo médio de flores visitadas em uma viagem de coleta	63
6.2.5	Número de visitas recebidas por flor	65
6.2.6	Retirada de pólen das flores	66
6.3	Número de colônias por hectare em áreas cultivadas com melão	67
6.3.1	Frequência de abelhas nas flores em função do número de colméias instaladas por hectares da cultura do melão	67
6.3.2	Vingamento inicial de frutos em função do número de colmeias instaladas por hectare	70
6.3.3	Produção de frutos em função do número de colônias instaladas por hectare da cultura do melão	71
6.4	Distribuição das colônias em áreas cultivadas com melão	74
6.4.1	Frequência de abelhas nas flores do meloeiro em função da distribuição das colônias na área cultivada	74
6.4.2	Vingamento inicial de frutos em função da distribuição das colmeias na área cultivada	78
6.4.3	Produção de frutos (kg) em função da distribuição das colônias	79
6.5	Período de introdução das colônias	81
6.5.1	Frequência de abelhas nas flores do meloeiro em função do período de introdução das colônias	81
6.5.2	Vingamento inicial em função do período de introdução das colônias	84
6.5.3	Peso individual (g) e número de sementes dos frutos em função do período de introdução das colônias	85
6.5.4	Produção total de frutos (kg) em função do período de introdução das colônias	87

6.6	Manejo dirigido para coleta de pólen	90
6.6.1	Freqüência de abelhas nas flores, coletando alimentos, em função do manejo dirigido para coleta de pólen	90
6.6.2	Freqüência de abelhas coletoras retornando à colônia em função do manejo dirigido para coleta de pólen	94
6.6.3	Vingamento inicial dos frutos em função do manejo dirigido para coleta de pólen	97
6.6.4	Produção de frutos (kg) em função do manejo dirigido para coleta de pólen	98
7	CONCLUSÕES	101
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

LISTA DE TABELAS

TABELA	PÁGINA
01 – Número médio de flores estaminadas e perfeitas em duas fases de florescimento do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.).	46
02 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) em função dos tipos polinização.	47
03 – Número de sementes e peso (g) dos frutos do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) em função do tipo polinização.	50
04 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) em função da fase de florescimento das plantas.	52
05 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) em função da distância de instalação das colônias de abelhas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.).	54
06 – Frequência média de abelhas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.) visitando as flores do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) ao longo do dia.	57
07 – Frequência média de abelhas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.) retornando do campo na entrada das colmeias ao longo do dia.	60

- 08 – Intervalo de classe e distribuição do tempo gasto por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em cada visita às flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) coletando pólen. 62
- 09 – Intervalo de classe e distribuição do tempo gasto por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em cada visita às flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) coletando néctar. 62
- 10 – Intervalo de classe e número de flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) visitadas pelas abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em uma viagem. 64
- 11 – Número de visitas de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) recebidas por flores de meloeiro (*Cucumis melo* L.) durante o período de 15 minutos. 65
- 12 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores em função do número de colônias instaladas por hectare da cultura do melão (*Cucumis melo* L.). 68
- 13 – Vingamento inicial de frutos no meloeiro (*Cucumis melo* L.) de acordo com o número de colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) introduzidas por hectare. 70
- 14 – Produção de frutos em função do número de colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) instaladas por hectare da cultura do melão (*Cucumis melo* L.). 72

- 15 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função da distribuição das colônias na área cultivada. 77
- 16 – Vingamento inicial de frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função da distribuição das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) na área cultivada. 78
- 17 – Produção de frutos (kg) em função da distribuição das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) na cultura do melão (*Cucumis melo* L.) 80
- 18 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do período de introdução das colônias. 83
- 19 – Vingamento inicial de frutos no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do período de introdução das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). 84
- 20 – Peso (g) e número de sementes dos frutos de melão (*Cucumis melo* L.) em função do período de introdução das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). 86

- 21 – Produção de frutos no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do período de introdução das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). 89
- 22 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.), coletando pólen, em função do manejo aplicado às colônias. 93
- 23 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.), coletando néctar, em função do manejo aplicado às colônias. 93
- 24 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) coletoras retornando à colméia com pólen em função do manejo aplicado às colônias. 95
- 25 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) coletoras retornando à colméia sem pólen em função do manejo aplicado às colônias. 95
- 26 – Número de frutos vingados no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do manejo aplicado as colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). 97
- 27 – Produção de frutos (kg/ha) no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do manejo dirigido para polinização aplicado às colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). 100

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
01 – Esquema de um lote padrão utilizado como área experimental.	37
02 – Frutos do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) mal formados devido à deficiência de polinização, apresentando falhas na formação das sementes.	38
03 – Frutos do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.) apresentando padrão adequado à comercialização.	38
04 – Vista superior das flores do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.), na parte de cima uma flor perfeita e embaixo uma flor estaminada.	39
05 – Vista lateral das flores do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.), do lado esquerdo uma flor perfeita apresentando ovário desenvolvido e do lado direito uma flor estaminada.	39
06 – Lote Padrão do Projeto Baixo Acaraú para pequeno produtor com 04 ha destinados ao cultivo do meloeiro (<i>Cucumis melo</i> L.).	40
07 – Colméia padrão Langstroth povoada com abelhas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.) instalada sob a copa de plantas nativas em área lateral a cultivo de melão (<i>Cucumis melo</i> L.).	40

- 08 – Favos com grande quantidade de crias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). 41
- 09 – Flor perfeita do meloeiro (*Cucumis melo* L.) isolada com saco de “filó”, momentos antes da antese. 41
- 10 – Flor perfeita do meloeiro (*Cucumis melo* L.) marcada com uma fita, iniciando a antese. 42
- 11 – Operária de *Apis mellifera* coletando pólen em uma flor do meloeiro (*Cucumis melo* L.). 42
- 12 – Operária de *Apis mellifera* coletando néctar em uma flor do meloeiro (*Cucumis melo* L.). 43
- 13 – Colmeias padrão Langstroth povoadas com abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) introduzidas na linha central de cultivo de melão (*Cucumis melo* L.). 43
- 14 – Anteras de flores estaminadas do meloeiro (*Cucumis melo* L.). 44
- 15 – Anteras e superfície estigmática de uma flor perfeita do meloeiro (*Cucumis melo* L.). 44

RESUMO

O trabalho foi realizado no período de julho a dezembro de 2001, no Projeto de Irrigação do Baixo Acaraú em Acaraú-CE. Os experimentos foram instalados em áreas de cultivo comercial de melão amarelo (*Cucumis melo* L.), híbrido AF-646. Colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) foram introduzidas nos plantios com o objetivo de estudar os principais aspectos do uso de abelhas melíferas na polinização do meloeiro. O trabalho constou de quatro fases: na primeira, foram estudadas características da biologia floral e dos requerimentos de polinização do meloeiro. Na segunda fase, o comportamento de pastejo das abelhas melíferas foi acompanhado durante a atividade de coleta de alimentos, néctar e pólen. Na terceira fase, foram comparadas técnicas de introdução de colônias nos pomares, verificando-se o efeito da quantidade de colônias utilizadas, de sua distribuição na área e do seu período de introdução nos pomares. Na quarta fase, foram testadas técnicas de estímulo à coleta de pólen como forma de aumentar a frequência das abelhas às flores do meloeiro. Os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizado e os dados analisados por meio de Análises de Variância com comparação das médias *a posteriori* pelo teste de Tukey, ou testes não paramétricos de Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis, dependendo da natureza dos dados. As primeiras flores perfeitas surgiram a partir do vigésimo terceiro dia do ciclo do meloeiro, inicialmente nos ramos primários das plantas, apresentando melhor índice de vingamento de frutos e posteriormente nos ramos secundários, onde houve uma proporção menor de flores vingadas. Nas flores que apresentaram vingamento de frutos houve a ação de um agente polinizador biótico, já naquelas onde sua ação foi restringida não foi observada a fecundação. A maior atividade de abelhas melíferas sobre as flores do meloeiro foi registrada nas primeiras horas da manhã (05:00 – 07:00 h), período em que era coletado, predominantemente, o pólen. A produção total de frutos aumentou de acordo com o número de colônias, estabilizando-se a partir de quatro por hectare. Não foram observadas diferenças na frequência de abelhas sobre as flores e na produção total de frutos entre cultivos com colônias distribuídas na linha central de plantio e em linhas laterais distanciadas em 30 m da área cultivada. O período de introdução de colônias onde se obteve a maior produção de frutos foi aos 23 dias do ciclo da cultura. Contudo, a maior quantidade de frutos tipo exportação foi obtida com a introdução das colônias aos 33 dias. As maiores frequências de abelhas coletando pólen sobre as flores do meloeiro foram obtidas através do fornecimento regular de

alimentação energética às colônias. Tendo em vista o uso de abelhas melíferas na polinização do meloeiro, cultivado em áreas abertas e durante a estação seca da região Nordeste, pode-se concluir que: O meloeiro apresenta capacidade de produzir frutos a partir do vigésimo terceiro dia do seu ciclo, sendo que as primeiras flores perfeitas possuem melhores condições para fecundação e desenvolvimento dos frutos e o processo de polinização depende da ação de um agente polinizador biótico. As abelhas melíferas visitam as flores do meloeiro, principalmente, durante o início da manhã, com a finalidade de coletar pólen. O tempo gasto por visita é maior durante a coleta de pólen, sendo necessário que cada abelha visite dezenas de flores para que a carga das corbículas seja completada. O número de quatro colônias populosas por hectare é suficiente para a obtenção de níveis adequados de polinização e produção de frutos. As colônias podem ser distribuídas numa linha lateral, distante trinta metros da área cultivada, aproveitando o sombreamento da vegetação nativa. A introdução das colônias deve ocorrer aos 23 dias do ciclo da cultura, quando frutos de tamanho grande não forem um fator limitante para a comercialização, e aos 33 dias quando for necessária a obtenção de frutos de tamanho pequeno. A alimentação energética deve ser fornecida às colônias, na quantidade de meio litro a cada dois dias, numa proporção de 2 (duas) partes de açúcar e 1 (uma) de água, como forma de estimular a coleta de pólen.

ABSTRACT

This work was carried out from July to December, 2001 at the irrigation project of Baixo Acaraú in the county of Acaraú, state of Ceará, Brazil. The experiments were installed in commercial areas cultivated with yellow melon (*Cucumis melo* L.), variety AF-646. Colonies of honeybees (*Apis mellifera* L.) were introduced to the orchards aiming to study the use of honeybees to pollinate melon. The investigation was split in four phases: first, floral biology and pollination requirements of melon plants were studied; second, honeybee foraging behaviour for pollen and nectar at melon flowers was assessed; third, honeybee colony introduction was tested considering number of colonies, its distribution at the orchard and period of the melon cycle for colony introduction; fourth, management of colonies to enhance pollen collection was investigated by feeding sugar solution and using pollen traps. Data collected were analysed by ANOVA and means compared *a posteriori* by Tukey test or, depending on the data, by Mann-Whitney or Kruskal-Wallis non-parametric tests. First hermaphrodite flowers appeared on the 23rd day of melon cycle at the plant's stem showing high rate of fruit set, and later at branches with lower fruit set rate. Only flowers which received biotic pollination set fruits, while flowers prevented from their visits failed to set fruits. Greater bee activity at melon flowers occurred early in the mornings (05:00 – 07:00 h), mainly for pollen collection. Total fruit production increased with the number of colonies used in the area up to four hives/ha. There were no significant differences on the number of bees foraging melon flowers and total fruit production when colonies were placed the orchard's central row or at side rows 30 m out of the cultivated area. The period of melon cycle in which colony introduction produced the highest fruit production was at the 23rd day. However, the greater amount of fruits reaching export standards was produced when colonies were introduced to the orchards at the 33rd day. The greater number of bees collecting pollen on melon flowers was achieved when colonies were fed regularly with sugar syrup. Considering the use of honeybees to pollinate melon plants cultivated at open fields and during the dry season in NE Brazil, it is possible to conclude that: the melon plant can produce fruits from the 23rd day of its cycle, it depends on biotic pollinators and the first hermaphrodite flowers set and mature higher proportion of fruits than later ones. Honeybees visit melon flowers mainly early in the morning for pollen collection. Time spent per visit for pollen collection is greater than for nectar collection, and a bee needs to visit dozen of flowers to complete a pollen load. Four strong honeybee colonies per hectare are enough to obtain adequate levels of

pollination and fruit production. Colonies can be arranged in a side row up to 30 m out of the melon orchard shaded by native vegetation. Colony introduction can take place at the 23rd day of melon cycle, when producing large fruits are not a limiting factor, and at the 33rd day when fruits have to be of small size. Pollen collection should be stimulated feeding honeybee colonies with 500 ml of 2:1 sugar syrup every other day.

1 - INTRODUÇÃO

A fruticultura irrigada tem-se apresentado como uma alternativa viável para a agricultura nordestina. Regiões como o Vale do São Francisco nos estados de Pernambuco e Bahia, o Baixo Acaraú no Ceará e o município de Mossoró no Rio Grande do Norte, tornaram-se recentemente como grandes pólos frutíferos, produzindo frutas tropicais para o mercado nacional e internacional. A posição geográfica estratégica da Região Nordeste e suas condições edafoclimáticas, proporcionam o desenvolvimento de frutos com elevado teor de sólidos solúveis, o que vêm a corresponder com as exigências dos países importadores e gerar uma forte tendência de crescimento da fruticultura em função do aumento do consumo interno e das exportações (NEVES et al., 2002; FARIA et al., 2003; DUARTE & ANDRADE JÚNIOR, 2003). Neste contexto, a cultura do melão (*Cucumis melo* L.) assume grande importância em vários estados da região que atualmente são responsáveis por 90% da produção nacional dessa espécie orelícula.

Visando o mercado internacional, o cultivo de melão adotou tecnologias avançadas em várias áreas, como por exemplo, irrigação, adubação, métodos de plantio, cobertura do solo e práticas culturais, para aumentar o rendimento e a qualidade do melão produzido e aumentar sua competitividade no mercado (HARDIN & LEE, 1999; ARAÚJO et al., 2003). Porém, a agricultura moderna, que aplica tecnologia avançada permitindo o cultivo de grandes áreas de terra contínua, não consegue mais atingir os níveis ideais de polinização das flores apenas pela visita de insetos nativos. As grandes extensões plantadas, o revolvimento do solo, o uso de “defensivos agrícolas”, tem causado uma diminuição crescente dos agentes polinizadores nativos e de seus locais de abrigo, alimentação, reprodução e nidificação, o que reduz sensivelmente os índices de polinização em áreas cultivadas e tem levado à necessidade de introdução de agentes polinizadores suplementares (BEDASCARRABURE & BASUALDO, 2000; FREITAS, 2000).

A grande maioria das fruteiras necessita de polinização para vingar frutos e, principalmente, para que os mesmos atinjam padrões para a comercialização do mercado consumidor (MORSE & HOOPER, 1986; FREE, 1993). Quando não há uma polinização adequada, o número de frutos produzidos é bem abaixo do potencial da cultura e a proporção destes com pouco desenvolvimento ou deformações é elevada (WILLIAMS et al., 1991). Esses frutos não podem ser comercializados para consumo *in natura* nos mercados nacional e internacional, sendo, portanto vendidos para a indústria de doces e sucos por preços inferiores aos praticados no comércio de frutos de mesa.

A cultura do melão, que está entre as mais exploradas no Nordeste brasileiro, hoje depende da colocação de colônias da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) nos plantios para assegurar a produtividade e qualidade dos frutos na maioria das áreas exploradas (FREITAS, 1998). O melão necessita de agentes externos para realizarem o transporte do pólen entre anteras e estigmas de suas flores, pois mesmo que nas flores perfeitas seja viável a autopolinização, isto não ocorre devido os grãos de pólen, após a deiscência das anteras caem e ficam depositados na base da corola, sem que haja o contato do pólen com a superfície estigmática (Mc GREGOR, 1986; FREE, 1993). Áreas cultivadas normalmente são carentes da presença de agentes polinizadores em quantidade e distribuição ideais para assegurar bons níveis de produtividade, ocorrendo o mesmo com o cultivo do meloeiro. Assim, os baixos índices de polinização nos plantios de melão podem contribuir para limitar a expressão de produção do material cultivado, tanto no que diz respeito à produtividade quanto à qualidade dos frutos (Figuras 2 e 3, pag. 40).

A carência de informações sobre o uso de abelhas para polinização de melão, associada à necessidade de usá-las nas áreas cultivadas, tem levado produtores a comprarem ou alugarem colônias de abelhas melíferas e usá-las sem critérios. Além dos óbvios riscos de acidentes devido a manipulação de abelhas por pessoas não capacitadas para executar este trabalho, havendo uma elevação nos custos de produção e o resultado nem sempre é o desejado, ou abaixo do que a cultura poderia potencialmente produzir. Isso porque vários fatores podem influenciar os níveis de polinização em uma área agrícola, entre eles a atratividade das flores da cultura para o polinizador, a frequência de cada tipo de flor, a densidade e distribuição dos polinizadores na área, o manejo aplicado aos polinizadores, os tratos culturais relacionados com o revolvimento do solo, uso de

inseticidas e fungicidas, etc. (FREE & WILLIAMS, 1977 e JAY,1986). Existe, portanto, a necessidade de estudos cujos resultados possam orientar os produtores sobre o uso mais adequado e eficiente de abelhas na polinização do melão.

O presente trabalho propôs estudar os requerimentos de polinização do meloeiro, o comportamento de pastejo da abelha melífera nessa cultura, sua eficiência como polinizadora, a densidade ideal de colônias e sua distribuição nos plantios, manejo das colônias e técnicas de polinização dirigida que possam ser aplicadas, entre outros aspectos importantes para essa cultura.

2 - OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver técnicas de manejo em abelhas melíferas, aplicadas à polinização eficiente do meloeiro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar os requerimentos de polinização do meloeiro;

Estudar o comportamento de pastejo das abelhas melíferas na cultura do melão;

Determinar o número de colônias por hectare e sua distribuição em cultivos comerciais, e

Avaliar a eficiência das abelhas melíferas como polinizadores em plantios de melão de acordo com o momento de introdução das colmeias na área cultivada e o manejo para aumentar a frequência de visitas das abelhas às flores.

3 - HIPÓTESES

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma espécie dependente de polinização por insetos.

A introdução de colônias de abelhas melíferas nos plantios pode contribuir para elevar a produtividade e qualidade dos frutos do meloeiro.

4 - REVISÃO DE LITERATURA

4.1. A CULTURA DO MELÃO

4.1.1. IMPORTÂNCIA

Os maiores produtores mundiais de melão estão na Ásia, Europa, América do Norte e África, com áreas cultivadas, respectivamente, de 2.836, 1.485, 993 e 510 mil hectares. A América do Sul possui área cultivada de 272 mil hectares, com aproximadamente 4,3 % desse total presente no Brasil (FAO, 1998).

O meloeiro foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus que se instalaram na Região Sul no início do século XX. Após um desenvolvimento inicial no estado do Rio Grande do Sul, que foi o principal produtor nacional até a década de 60, sua exploração comercial teve um grande salto na década de 70, quando surgiram centros de produção em São Paulo, Pará e no Vale do Rio São Francisco (COSTA & PINTO, 1977; ARAÚJO, 1980; FERREIRA et al., 1982).

As condições de solo e clima, aliadas ao uso de tecnologia da irrigação, permitiram a expansão da cultura para o Nordeste Brasileiro. Atualmente o melão é um dos produtos agrícolas de maior importância econômica da região, destacando-se como maiores produtores os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia e Ceará, que colocaram o Brasil no mercado internacional através das exportações para a Europa e Estados Unidos, gerando divisas para o país (PEDROSA, 1991; ARAÚJO NETO et al., 2003).

De acordo com SOUSA et al. (1999), o Brasil chegou a exportar 69.797 toneladas de melão no ano de 1994, o que representou um faturamento de US\$ 31,492 milhões. Nos últimos anos as exportações apresentaram uma acentuada queda, sendo registrada em 1996 a venda de 45.729 toneladas, com faturamento de US\$ 20,913 milhões. A região Nordeste do Brasil ocupa posição de destaque, respondendo por 80% da área plantada e 90% da produção (DIAS et al., 1998). Além disso, a produção nacional

apresentou crescimentos constantes, sendo registrados aumentos consecutivos nas duas últimas décadas, o que mostra o crescimento do mercado interno (DUARTE et al., 2001).

4.1.2. BOTÂNICA DO MELOEIRO (*Cucumis melo* L.)

4.1.2.1. MORFOLOGIA GERAL

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertencente a família *Cucurbitaceae* e sua origem provavelmente ocorreu na região que engloba o leste da África até o sul do Deserto do Saara e o sudeste da Ásia (LOWER & EDWARDS, 1986, SAUER, 1993 e ZOHARY & HOPF, 1993). A espécie apresenta plantas anuais, herbáceas, de caule prostrado, com o número de hastes variável em função da cultivar ou híbrido. As folhas são simples, palmadas, pentalobadas, angulosas quando jovens e subcordiformes quando completamente desenvolvidas. Apresentam nas axilas das folhas órgãos de sustentação do tipo gavinhas. O sistema radicular é ramificado, vigoroso e pouco profundo, desenvolvendo seu maior volume até a profundidade de 20 cm abaixo da superfície do solo. O fruto é baga indeiscente, contendo de 200 a 600 sementes (PEDROSA, 1991 e PEDROSA & FARIA, 1992).

4.1.2.2. VARIEDADES

Segundo MALLICK & MASUI (1986), existem citados na literatura 40 variedades botânicas pertencentes a esta espécie em todo o mundo, no entanto poderia ter havido duplicação de nomes em alguns dos casos. Das dezenas de variedades botânicas de melão, somente três apresentam boas características econômicas e por isso são exploradas comercialmente: *Cucumis melo* var. *inodorus* (melão amarelo), *Cucumis melo* var. *reticulatus* (melão rendilhado) e *Cucumis melo* var. *cantalupensis* (melão cantalupe) (DUSI, 1992).

Cucumis melo var. *inodorus* Naud.

É a variedade botânica mais explorada no Brasil. Apresenta frutos globulares alongados, de casca lisa ou levemente enrugada de forma longitudinal, coloração amarela, verde escuro ou branca, com longo período de conservação pós-colheita e boa resistência ao transporte (FERREIRA et al., 1982; LESTER, 1988). Os frutos apresentam elevado teor de açúcares, não possuem odor e a coloração da polpa varia do branco ao verde claro. As plantas são andromonóicas. Desse grupo, destacam-se os melões amarelos, que tem sido mais plantados e consumidos no país, podendo-se citar as cultivares Amarelo CAC e Eldorado 300 e o híbrido Gold Mine (SOUSA et al., 1999). Os híbridos de melão amarelo, tipo exportação: Rochedo, TSX-32096, PX 4910606, Gold Mine, PX 1010606, Yellow Queen, Gold Pride, Yellow King, AF-646 e AF-682, foram testados na região do Oeste Potiguar, Mossoró-RN, obtendo-se médias de produtividade para frutos comerciais acima de 34 t/ha. Os resultados sugerem que estes híbridos representam opções para o cultivo do melão amarelo na Região Nordeste (ARAÚJO NETO et al., 2003).

Cucumis melo var. *reticulatus* Naud.

São melões considerados finos, apresentando a casca recoberta por um rendilhado corticoso. A polpa é espessa, emanando um acentuado e característico cheiro, polpa de coloração variando do amarelo ao salmão. Devido às condições climáticas do Nordeste, podem apresentar baixo teor de sólidos solúveis, pois seu ciclo é encurtado. Possuem reduzido período de conservação pós-colheita, não sendo resistentes ao transporte. As plantas são andromonóicas (PEDROSA & FARIA, 1992; DUARTE et al., 2001).

Cucumis melo var. *cantalupensis* Naud.

Os frutos são de formato globular, possuem casca verde rugosa com gomos longitudinais denominadas “costelas”, polpa espessa de coloração variando do laranja ao salmão, que emana um forte aroma característico. O período de conservação pós-colheita é o menor dentre as variedades de melão, portanto não oferece resistência ao transporte. Fato que tem levado a obtenção de elevados preços de mercado, contudo com reduzida área cultivada em relação ao tipo amarelo. As plantas são monóicas com hastes longas e vigorosas (PEDROSA, 1991, GONÇALVES, 1996). Os híbridos que se destacam neste grupo são o Summet e Charentais (SOUSA et al., 1999).

Segundo FERREIRA et al. (1982) e DUSI (1992), até a década de 90 as cultivares Amarelo CAC e Eldorado 300, juntamente com o híbrido Gold Mine eram plantados em maior escala. Na atualidade, aproximadamente 98% do melão produzido no Brasil é do tipo amarelo, sendo os híbridos mais cultivados o AF-646, AF-682, Rochedo e Gold Mine (DUARTE et al., 2001).

4.1.2.3. BIOLOGIA FLORAL

As flores, cuja a corola é formada pétalas amarelas unidas pela base, desenvolvem-se em ramos curtos originados das axilas dos ramos primários ou secundários, com emissão durante a maior parte do ciclo da planta, podem apresentar-se de três formas: estaminada, quando apresenta apenas o androceu; pistilada, quando apresenta apenas o gineceu; e perfeita, possuindo tanto o gineceu quanto o androceu (BODNAR, 1987; EVERHART et al., 2003) (Figuras 3 e 4).

Nas flores estaminadas o androceu apresenta-se como uma coluna de estames unidos, com anteras presentes em sua toda superfície externa. Localiza-se no centro da flor, no interior de um pequeno tubo formado pela união da base das pétalas (Figura 13). Nas flores perfeitas existe ao centro um estigma tri-lobado tendo na superfície lateral três grupos de anteras separadas e equidistantes, voltadas para as pétalas. O ovário é ínfero e alongado (Figura 15).

As flores apresentam secreção de néctar na base de sua estrutura reprodutiva. O grão de pólen é de natureza viscosa, necessitando de um agente polinizador biótico para promover seu transporte até a superfície estigmática. A abertura das flores ocorre no início da manhã, permanecendo dessa forma pelo período de um dia (Mc GREGOR, 1976; FREE, 1993; LACKEY, 2003).

O meloeiro pode apresentar quatro tipos de expressão sexual: andromonóica, quando ocorrem flores estaminadas e perfeitas na mesma planta, o que é o caso da maioria das cultivares plantadas no Brasil. ginomonóica, quando ocorrem na mesma planta flores pistiladas e perfeitas. monóicas, quando as plantas apresentam flores estaminadas e

pistiladas. hermafroditas, quando as plantas apresentam todas as flores perfeitas. Contudo, a grande maioria das variedades comerciais são andromonóicas (WALL, 1967; PURSEGLOVE, 1968; BODNAR, 1987; PEDROSA, 1991,).

Segundo SOUSA et al. (1999), no Nordeste brasileiro, o florescimento do meloeiro pode ser dividido em duas fases: a primeira por volta dos 18 dias após a germinação, quando surgem as flores estaminadas e a segunda, que ocorre aproximadamente aos 28 dias, quando passam a surgir as flores perfeitas. De forma semelhante, o início do florescimento entre 18 e 25 dias, inicialmente com o surgimento de flores estaminadas e após 3 a 5 dias as flores perfeitas, foi observado por DUARTE et al. (2001).

HOLANDA NETO et al. (2000 a, b), mostraram que o meloeiro é mais atrativo para as *Apis mellifera* durante as primeiras horas da manhã e que a atratividade varia de acordo com a cultivar utilizada. De uma maneira geral, a frequência de abelhas às flores é maior no período matutino, quando estão coletando néctar e pólen, visto que a abertura das flores ocorre no início da manhã, permanecendo assim até o período da tarde.

4.1.2.4. REQUERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO

A polinização biótica é necessária para a produção de frutos no meloeiro, principalmente em cultivos comerciais, devido à impossibilidade da transferência dos grãos de pólen através da ação do vento, visto que o pólen apresenta características como viscosidade e peso relativamente alto, o que cria uma dependência de agentes polinizadores bióticos, como as abelhas (MUSSEN & THORP, 2003).

Outro fator que reforça a necessidade da ação de agentes polinizadores na transferência dos grãos de pólen das anteras para os estigmas das flores, é o fato da deiscência das anteras ocorrer para o lado externo da flor, e não voltada para a área central, onde se localiza a superfície estigmática. Dessa forma, os grãos de pólen, mesmo viáveis e aptos a germinarem nos estigmas da própria flor, se depositam na base da corola sem que haja qualquer possibilidade de contato com o estigma (ROSA, 1924; FREE, 1993).

Praticamente não ocorre produção de frutos quando os meloeiros são cultivados em ambiente fechado sem a presença de abelhas (CELLI & GIORDANI, 1981). Semelhantemente, plantas cultivadas em áreas isoladas com telas, evitando as visitas das abelhas nas flores, apresentam uma forte redução na produção de frutos. Já nas plantas onde é permitido o acesso das abelhas às flores, as visitas resultam em efetiva produção de frutos, não havendo diferença entre plantas em áreas teladas com a introdução de abelhas e aquelas cultivadas em campo aberto (WILLIAMS, 1987). Além disso, as visitas das abelhas mostram-se tão eficientes quanto a polinização manual na produção de frutos de melão (SAKAMORI et al., 1977). Em casas de vegetação para cultivo de melão, a presença de abelhas resulta em aumentos no número dos frutos, na produção por planta e no peso por fruto, quando comparadas com casas de vegetação totalmente fechadas (LEMASSON, 1987).

Quanto à receptividade do estigma, este apresenta boa receptividade aos grãos de pólen no período de duas horas antes da abertura da flor até três horas após, podendo esse período ser bruscamente encurtado caso haja mudança climática. O pólen apresenta maior viabilidade logo após a deiscência das anteras, diminuindo com o passar da manhã até se tornar inviável. Portanto, há maior possibilidade de sucesso da polinização no período inicial da manhã (Mc GREGOR et al., 1965, NANDPURI & BRAR, 1966, FREE, 1993).

Para cada grão de pólen viável que for depositado sobre a superfície estigmática, durante seu período de receptividade, haverá a formação de um tubo polínico que fecundará um óvulo e formará uma semente. Quanto mais grãos de pólen a flor receber sobre seus estigmas, maior o número de sementes formadas, sendo necessário um mínimo de 500 grãos de pólen viáveis para a produção de frutos de boa qualidade (MUSSEN & THORP, 2003). O número de grãos de pólen depositados sobre os estigmas de uma flor sofre aumentos proporcionais ao número de visitas efetuadas por abelhas melíferas, favorecendo a formação das sementes e dos frutos, havendo a necessidade de pelo menos 12 visitas para que a flor seja efetivamente polinizada (MC GREGOR et al., 1965). Existe uma correlação positiva entre o número de sementes formadas e o tamanho final do fruto, de forma que quanto maior o número de sementes maior será o peso do fruto (MC GREGOR & TODD, 1952).

4.2. ORGANIZAÇÃO DA COLÔNIA DE *Apis mellifera*.

Uma colônia de abelhas melíferas é formada por três castas de indivíduos adultos: as operárias que assumem todas as funções referentes a manutenção do ninho, coleta de materiais e alimentos do exterior para o ninho, a rainha que acumula a função de macho e fêmea na produção de crias e o zangão, presente apenas durante um período do ciclo, tem como função a fecundação de eventuais rainhas virgens. A população de formas em desenvolvimento, as crias, apresenta indivíduos em três fases distintas: os ovos, onde ocorre o desenvolvimento embrionário, as larvas, fase em que ocorre um intenso crescimento e as pupas, fase em que ocorre a metamorfose, dando origem a um indivíduo adulto (WINSTON, 1991 a).

4.2.2. POLIETISMO TEMPORAL

Como a própria denominação sugere, as abelhas operárias realizam todas as tarefas básicas para atender as necessidades da colônia. Desde o momento de sua emergência começam a trabalhar no ninho realizando funções como a limpeza das células, cuidados com as crias e coleta de alimentos no campo, o que pode ser visto como um sistema flexível no qual as operárias passam por uma progressão de atividades internas até funções exclusivamente externas ao ambiente do ninho (WINSTON, 1987).

Seguindo a seqüência de tarefas que uma abelha operária realiza durante sua vida, pode-se dividi-las em quatro grupos básicos: O primeiro grupo, relacionado com a limpeza e fechamento das células dos favos. O segundo grupo, referente a atividades de atendimento às necessidades da rainha e das crias. O terceiro, ligado à limpeza geral do

ninho, construção de favos e processamento dos alimentos e o quarto grupo, que diz respeito a atividades realizadas no exterior do ninho, como a ventilação, vigilância da entrada e coleta de alimentos e materiais no campo (KOLMES, 1985a). Destas, as coletas de pólen e néctar constituem as atividades mais importantes desempenhadas pelas abelhas no que diz respeito à polinização.

O desenvolvimento e diminuição da atividade de muitas das glândulas presentes nas abelhas operárias apresentam uma forte relação com as atividades exercidas por elas durante seu ciclo de vida, podendo haver uma flexibilização na divisão temporal da realização de algumas funções de acordo com a funcionalidade de alguns grupos de glândulas (MICHENER, 1974).

As glândulas mandibulares, hipofaringeanas e cerígenas apresentam-se em pleno desenvolvimento no início da vida das operárias, mantendo-se em tamanho máximo entre 5 e 15 dias do ciclo de vida das abelhas, período que as abelhas realizam funções relacionadas com a produção de alimentos para as crias e a construção de favos, diminuindo de tamanho com o fim dessas atividades. Em contraste, as glândulas salivares mostram um gradual aumento de atividade, chegando ao pico no período de 15 a 25 dias do ciclo das abelhas operárias, havendo um posterior declínio com o início das atividades externas (SIMPSON, 1968).

Quando as operárias iniciam suas atividades externas, como a vigilância e coleta de alimentos, as glândulas hipofaringeanas secretam principalmente a invertase, utilizada no processamento do néctar, e outras glândulas, como as do ferrão e as mandibulares alcançam sua atividade máxima de produção de feromônios de alarme nesse período (BOCH & SHEARER, 1966).

A tarefa final das abelhas operárias é a coleta de alimentos e materiais do campo para a colônia, função que executam até o fim de sua vida, salvo algum acontecimento na colônia que torne necessária a reversão para outra atividade. O começo desta atividade apresenta uma grande variação. Contudo, geralmente os primeiros vôos para forrageamento são registrados entre os 20 a 23 dias do ciclo das abelhas operárias (MICHENER, 1974). O início da atividade forrageadora pelas abelhas está relacionado com a diminuição de sua massa corpórea em aproximadamente 40%, possivelmente devido à diminuição no tamanho de glândulas localizadas na região do abdômen, como as cerígenas. Por outro lado, ocorrem

simultaneamente aumentos na quantidade de tecido rico em glicogênio e consumo de oxigênio na região do tórax, o que está relacionado com a forte atividade de vôo exercida pelas abelhas a partir desse ponto (HARRISON, 1986). Essa fase da vida das abelhas é a mais importante para os serviços de polinização e um grande número de operárias nessas condições é desejado em colônias para uso como polinizadoras de culturas agrícolas.

De acordo com o aumento da idade, as abelhas de campo perdem os pelos do corpo e demonstram fragilidade em suas asas. O tempo de vida das forrageadoras geralmente é pequeno, durando apenas alguns dias. No entanto, a intensidade com que a abelha executa a função tem mais influência sobre o seu tempo de vida do que sua idade cronológica. Uma abelha deverá morrer após percorrer, aproximadamente, 800 km em vôo, não havendo diferenças se isto ocorrer em 5 ou 30 dias, o que provavelmente pode ser causado por uma inativação de um mecanismo enzimático que metaboliza carboidratos em glicogênio. Quando as reservas de glicogênio que se acumulam nos músculos do vôo são exauridas as forrageadoras mais jovens podem sintetizar uma quantidade adicional de glicogênio, o que não ocorre com as mais velhas, levando-as a morte (NEUKIRCH, 1982). Portanto, colônias fortes e capazes de repor constantemente as operárias mortas são necessárias para assegurar a população ideal de abelhas para polinização.

Ainda não está totalmente esclarecido se a atividade glandular e outras atividades fisiológicas são exclusivamente programadas geneticamente para que as abelhas exerçam certas funções em determinadas idades, ou se isto é determinado pelas condições da colônia. Contudo, a manipulação de fatores que influenciam nas necessidades da colônia pode influenciar no desenvolvimento de grupos de glândulas nas abelhas, chegando a prolongar a atividade da produção de cera e de alimentos para as crias, ou mesmo, ocorrer a reativação dessas atividades, através da reativação das glândulas. De maneira geral, é possível sugerir que os requerimentos da colônia podem afetar o polietismo temporal e determinar, parcialmente, o funcionamento do sistema glandular (KOLMES, 1985b). O manejo das colméias para polinização pode utilizar-se dos conhecimentos das necessidades das colônias para assegurar melhores resultados.

4.2.2. FORRAGEAMENTO

4.2.2.1. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

A característica mais marcante nos insetos sociais é a capacidade da integração de suas atividades, que é demonstrada de maneira clara na habilidade que as abelhas melíferas possuem de localizar e comunicar para a colônia a disponibilidade de recursos alimentares no campo (WINSTON, 1991a). Nas colônias de *Apis mellifera* as abelhas mais velhas fazem o trabalho de coleta de alimentos. Elas localizam, identificam e comunicam as demais abelhas coletoras no interior da colônia, formando um sistema eficiente de exploração dos recursos forrageiros nos arredores do ninho (MORSE & HOOPER, 1986). A principal forma de recrutamento de abelhas para o forrageamento é a linguagem das danças, que informam precisamente a distância, a direção, o sentido, a quantidade e a qualidade dos recursos encontrados. Esse mecanismo de orientação é executado sobre os favos, no interior do ninho, de operária para operária (FRISCH, 1967), e tanto pode recrutar campeiras para a cultura a ser polinizada, como para plantas silvestres que estejam em florescimento nas redondezas (FREITAS, 1995b).

De acordo com a distância que a fonte de alimento se encontra do ninho podem ser realizados três tipos de danças: A dança em círculo, a dança em foice e a dança em oito. A dança em círculo é utilizada para a indicação de fontes de alimento localizadas nas proximidades do ninho, geralmente em um raio menor que 20 metros (WINSTON, 1991a). Nesse tipo de dança a abelha não indica a direção, mas apenas a existência de alimento nas proximidades. Para a comunicação da existência de alimentos em distâncias maiores são utilizadas a dança em foice, que, com o aumento da distância transforma-se na dança em oito. São mais precisas que o tipo anterior, pois indicam a distância, a direção e o sentido, além do valor da forragem (MICHENER, 1974).

As abelhas dançam sobre o favo convencionando que o sol está sempre localizado na parte superior e a superfície do favo representa o plano formado entre o ninho, a forragem e o sol. Dessa forma, quando a abelha dança em direção à parte de cima do favo, o alimento estará entre o ninho e o sol. Caso contrário, o alimento localiza-se em

um sentido contrário ao sol. O ângulo que a abelha faz no favo em relação a uma linha vertical imaginária, indica a direção (FRISCH, 1967).

O tempo que ela dedica à dança, mais precisamente o tempo dedicado aos “requebrados”, indicará a distância ou o gasto de energia da viagem. O valor da fonte alimentar está relacionada com a intensidade que a abelha executa a dança, principalmente, a intensidade que vibra o abdômen. Durante as danças ocorrem pequenas interrupções para a distribuição de pequenas amostras de néctar e pólen, facilitando a identificação do recurso no campo devido características de cheiro e sabor (SEELEY, 1985).

Na população de operárias campeiras existe um contingente, variando de 5% - 30%, que procura constantemente novos recursos alimentares para a colônia. São denominadas de batedoras, pois são responsáveis por constantes informações sobre novas fontes de alimento. Dessa forma, as colônias de abelhas melíferas apresentam uma grande eficiência na exploração dos recursos forrageiros, utilizando sempre a fonte de alimento que resulte em maior ganho energético (HEINRICH, 1983; MORSE & HOOPER, 1986).

4.2.2.2. COMPORTAMENTO DE PASTEJO

Durante sua atividade forrageadora, uma abelha coletará quatro tipos de recursos para a colônia: néctar, pólen, água e própolis. As necessidades da colônia e a disponibilidade de recursos alimentares no campo determinam a combinação dos materiais coletados pelas abelhas (NEUKIRCH, 1982).

As abelhas melíferas direcionam sua atividade de coleta de alimentos tomando como base estímulos produzidos pela própria colônia, sendo igualmente importantes a habilidade que as operárias possuem para detectar os estímulos e a capacidade que a colônia possui para produzi-los (WINSTON & KATZ, 1982).

WINSTON & KATZ (1981), demonstraram o efeito do componente genético sobre a definição do início da atividade forrageadora em operárias de *Apis mellifera*, quando obtiveram uma média de 20 dias para o início das atividades em abelhas africanas (*A. m. scutellata*) e 26 dias para abelhas européias (*A. m. ligustica*). Porém indivíduos

africanos em colméias européias iniciam o forrageamento mais cedo do que as européias da mesma idade e mais tarde do que as africanas em suas colônias de origem, e vice-versa. Esses comportamentos provavelmente estariam relacionados com a produção de estímulos pelas colônias ou com a sensibilidade das operárias.

Dentre os estímulos para a atividade de coleta de alimentos, aqueles produzidos pela disponibilidade de alimentos no campo e as necessidades do ninho são os que agem sobre as abelhas. Os efeitos podem ser observados na intensidade do trabalho, na precocidade de seu início e na seleção do alimento a ser coletado (WINSTON & FERGUSSON, 1985)

Durante épocas onde ocorre uma baixa disponibilidade de néctar e pólen, as abelhas executam uma quantidade de funções ligadas à coleta, manipulação e estocagem de alimentos bem menor que em épocas onde ocorre um grande fluxo desses recursos (KOLMES, 1985a). A baixa disponibilidade de alimentos também pode influenciar indiretamente a atividade forrageadora, visto que, causa uma diminuição no tamanho da população da colônia, principalmente na quantidade de crias, que exerce um efeito estimulador na atividade de coleta pólen (TODD & REED, 1970; BARKER, 1971; ALTIKRITY et al., 1972; FREE, 1965).

WINSTON & FERGUSSON (1985), encontraram uma forte evidência dos efeitos da presença de crias sobre a idade inicial de forrageamento em operárias. Nas colônias onde existem grandes quantidades de crias as operárias começam a forragear ainda jovens, à medida que a quantidade de cria diminui, a idade de início da atividade aumenta. Dessa maneira, existe uma relação inversamente proporcional entre a quantidade de crias e a idade inicial para o trabalho de coleta de alimentos. A presença de crias, principalmente na fase larval, exerce um marcante estímulo à coleta de pólen graças ao efeito de seus feromônios sobre o comportamento de pastejo das abelhas (JAYCOX, 1970; SCOTT, 1986).

A quantidade de pólen coletada pode ser aumentada ou diminuída, removendo-se ou adicionando-se cria a colônia, influenciando diretamente o comportamento individual de cada abelha forrageadora (FREE, 1967a). De acordo com FREE & WILLIAMS (1971), a atividade de coleta de pólen diminui em 28% um dia após terem sido retiradas todas as crias das colônias. Por outro lado, a introdução de crias em pequenas colônias formadas a

partir de operárias e rainhas presas em gaiolas leva a aumentos superiores a 200% na coleta de pólen.

A principal forma da dispersão dos feromônios das crias até as operárias é a sua volatilização no ambiente interno da colônia. No entanto, vários experimentos já determinaram o efeito do contato das operárias com as crias sobre a coleta de pólen, deixando claro a importância do contato de antenas e a trofilaxia entre as operárias que tem muito contato com as crias e as abelhas forrageadoras. Ovos, larvas e pupas estimulam a coleta de pólen, contudo, as larvas são muito mais efetivas (FREE, 1967b).

4.3. A POLINIZAÇÃO COM ABELHAS

As abelhas contribuem com mais de 80% da polinização realizada pelos insetos em culturas comerciais, sendo *Apis mellifera* a espécie mais utilizada atualmente para este fim (ROBINSON *et al.*, 1989; FREE, 1993). No entanto, vários autores (TORCHIO, 1990; O'TOOLE, 1994; FREITAS, 1998; WESTERKAMP & GOTTSBERGER, 2000) têm alertado para o fato de que o uso generalizado de *A. mellifera* nem sempre produz o resultado esperado, especialmente em regiões como as Américas onde essa espécie não é nativa, podendo existir outras espécies de abelhas indígenas ou outros agentes capazes de efetuar a polinização das culturas de forma mais eficiente e barata (TEPEDINO, 1981). Portanto, é provável que a espécie *A. mellifera* não seja um polinizador eficiente, ou mesmo nem visite as flores de algumas culturas agrícolas (FREITAS, 1998).

A utilização de forma abrangente da *A. mellifera* como polinizadora pode ser entendida devido à vários fatores, tais como: características que permitem a introdução de grandes populações em períodos curtos de tempo; a possibilidade da aplicação de técnicas para alterar seu comportamento de pastejo; o fato de ser um polinizador eficiente para determinadas culturas; serem insetos domesticados, já tendo sido desenvolvido uma série de técnicas e equipamentos que permitem controlar a população das colônias, o seu transporte e distribuição para os cultivos no momento adequado e a sua proteção contra os

efeitos dos defensivos agrícolas (MC GREGOR, 1976; FREE & WILLIAMS, 1977; JAY, 1986; FREE, 1993).

As abelhas melíferas apresentam grande capacidade de exploração dos recursos forrageiros, obtendo néctar e/ou pólen, na maioria das espécies vegetais cultivadas. Possuem fidelidade a uma determinada espécie vegetal, visitando com grande frequência suas flores a partir do momento que essas foram escolhidas como a melhor opção para o forrageamento. Sua alimentação, baseada no uso do néctar e pólen, torna obrigatório a visitação constante nas flores para a coleta dos alimentos, o que pode resultar na transferência de grãos de pólen entre as anteras e estigmas das flores. Não apresentam hábitos destrutivos, coletando os alimentos sem causar danos à estrutura das flores, como por exemplo, o corte de pétalas ou sépalas (ROBINSON *et al.*, 1989)

Algumas dessas características se destacam nas abelhas africanas (*A. m. scutellata*) e podem ser utilizadas a favor do processo de polinização, tais como: a intensa atividade de coleta de pólen e a capacidade de transformar rapidamente o alimento coletado em cria, mantendo uma grande população nas colônias (COUTO, 1991); são ágeis, movimentando-se rapidamente pelas inflorescências durante a atividade de coleta, contribuindo para a dispersão do pólen (RUTTNER, 1976; DANKA & RINDERER, 1986); são eficientes na localização e comunicação de fontes de alimento (NUÑES, 1979); são hábeis para coletar em baixas intensidades luminosas podendo realizar coletas antes do início do dia (FLETCHER, 1978).

4.4. USO DE ABELHAS NA POLINIZAÇÃO DE FRUTEIRAS

A prática do aluguel de colônias de abelhas melíferas para introdução em pomares visando obter aumentos na produtividade através da polinização iniciou-se em 1909, numa área cultivada com macieiras (*Malus domestica*) no estado de New Jersey – EUA. Logo a polinização foi aplicada em outras frutíferas como a pêra (*Pyrus communis*), o pêssego (*Prunus persica*), dentre outras (MORSE & CALDERONE, 2000). A atividade se estendeu rapidamente a outros países que tinham interesse em obter bons níveis de produtividade. Contudo, praticamente todos os estudos iniciais foram desenvolvidos para

fruteiras de clima temperado, não sendo perfeitamente aplicados a fruteiras tropicais que possuem características diferentes. Durante a década de 70, período em que houve a abertura do mercado internacional para as frutas tropicais, surgiram os primeiros estudos sobre polinização em fruteiras de clima quente (FREITAS, 2000).

Alguns trabalhos tem sido conduzidos para a determinação das necessidades de polinização das fruteiras tropicais e a eficiência dos agentes polinizadores em culturas importantes para a região Nordeste, dentre elas: o maracujá (SAZIMA & SAZIMA, 1989), caju (FREITAS, 1995a, 1997; HOLANDA-NETO *et. al.*, 2001), acerola (FREITAS *et. al.*, 1999), graviola (AGUIAR, 1998) e goiaba (ALVES, 2000).

As experiências com aluguel de colmeias, de uma maneira geral, ainda são escassas no Brasil (NOGUEIRA-COUTO, 1996). No entanto, em algumas regiões do nordeste já é prática comum, o aluguel de colmeias para polinização de melão. Trabalhos realizados no país com as variedades mais cultivadas em campo e em ambiente protegido, confirmaram a necessidade de agentes polinizadores bióticos para a produção de frutos. Quando a cultura é desenvolvida em estufas, ou quando há escassez de polinizadores no campo, a única forma de se obter frutos comerciais é a polinização manual (ISELIN *et al.*, 1974; KATO, 1997).

4.5. MANEJO DE COLÔNIAS DE *Apis mellifera* PARA POLINIZAÇÃO

4.5.1. TAMANHO DA COLÔNIA

O número adequado de polinizadores nas áreas cultivadas é desejável. Portanto, quanto mais populosas forem as colônias, melhores serão as possibilidades de se atingir esse número e obter os resultados esperados na polinização da cultura, visto que o potencial de forrageamento das colônias aumenta linearmente com o tamanho de sua população (BARKER & JAY, 1974; FREE & WILLIAMS, 1977; GARY *et al.*, 1978). A proporção cria/abelha mostra uma forte influência sobre a atividade forrageadora das colônias de abelhas melíferas, sendo diretamente proporcional à frequência de visitação, principalmente

para a coleta de pólen (TODD & REED, 1970). As colônias utilizadas para polinização devem apresentar uma grande população, caso contrário os resultados ficarão abaixo do desejável (FREE, 1993).

Segundo MATHESON (1991), as colmeias devem possuir um padrão mínimo que pode ser relacionado com a área de criação presente nos favos da colônia, sugerindo pelo menos 7.000 cm² de favos. De uma forma mais prática, BURGETT (1993) sugere que a população de colônias utilizadas para polinização apresente um padrão mínimo no que se refere a população de abelhas campeiras, abelhas adultas jovens e formas jovens (ovos, larvas e pupas). Dessa forma, as colônias devem apresentar a partir de seis quadros Hoffman ocupados com criação, uma quantidade de abelhas adultas jovens capaz de cobri-los completamente e um fluxo de campeiras equivalente a 100 abelhas por minuto, no período de maior atividade na cultura "alvo".

4.5.2. NÚMERO DE COLÔNIAS

O número de colônias utilizadas por hectare é fundamental para que sejam atendidas as necessidades das culturas no que diz respeito a presença dos agentes polinizadores. No entanto, isto vai depender da população de polinizadores nativos presentes na área onde está havendo o cultivo, o que pode fazer com o número de colmeias utilizadas apresente uma forte variação (MEL'NICHENKO, 1977; KENDALL & SMITH, 1975; DEGRANDI-HOFFMAN et al., 1988). Segundo FREE & WILLIAMS (1977), o número de colônias necessárias para a polinização de uma determinada cultura depende de como se apresentem vários fatores, dentre eles: as necessidades de polinização da cultura e o provável aumento de produtividade obtido pelo uso de abelhas na sua polinização, o tamanho da área cultivada, a densidade de flores presentes, a quantidade de néctar e pólen disponível nas flores e sua atratividade para as abelhas, o comportamento de pastejo das abelhas sobre as flores da cultura e sua habilidade de efetuar a polinização, a população de polinizadores presentes na área e o custo de obtenção das colônias.

4.5.3. DISTÂNCIA ENTRE AS COLÔNIAS E OS POMARES

Outro fator importante é distância de instalação das colônias em relação à localização da cultura alvo. Segundo FREE & WILLIAMS (1974), quanto maior a proximidade da cultura alvo, maior a frequência de abelhas coletoras visitando as flores. As abelhas melíferas definem rapidamente sua área de pastejo, havendo uma tendência de explorarem fontes de alimento mais próximas dos seus ninhos, devido o menor custo energético de obtenção do alimento (JAY, 1986; MORSE & HOOPER, 1986; WINSTON, 1991 a e b). Dessa forma, a eficiência de colônias de *Apis mellifera* como fonte de polinizadores adicionais pode variar em função da distância do local de instalação. Segundo GARY (1975), a área de forrageamento das colônias de abelhas melíferas concentra-se em um raio de, aproximadamente, 90 metros em torno das colmeias. Quanto maior a distância das colmeias, menor a concentração de abelha forrageadoras encontradas, já que podem efetuar um número muito maior de viagens quando as fontes de néctar e pólen encontram-se próximas do ninho (FREE, 1970). A quantidade de abelhas visitando as flores da cultura e a quantidade de pólen coletada diminui quando a localização das colônias se distancia do pomar (PETERSON et al., 1960; GARY, 1978; ALPATOV, 1984). Portanto, as colmeias devem ser distribuídas de forma homogênea, o mais próximo possível da área cultivada.

4.5.4. PERÍODO DE INTRODUÇÃO DA COLÔNIA

A introdução das colônias na área de cultivo deve ocorrer quando as plantas já apresentarem flores em quantidade suficiente para atrair as abelhas, do contrário elas podem ser atraídas para outras fontes de néctar e/ou pólen, podendo diminuir a frequência de visitas e os níveis de polinização (MOELLER, 1973). Segundo JAY (1986), o valor ideal oscila entre 10% e 20% do florescimento da cultura.

É possível que parte das plantas do pomar não sejam devidamente polinizadas devido à ocorrência de falhas relativas ao período de introdução das colônias. Caso a introdução das colônias ocorra antes da existência de flores, pode ocorrer que parte de suas

campeiras sejam prontamente atraídas por fontes de alimento presentes nas proximidades da área cultivada, e caso sejam introduzidas após a principal fase de florescimento, muitas flores não serão polinizadas (SHIMANUKI et al., 1967; HOWELL et al., 1972; FREITAS, 1995b).

4.5.5. MANIPULAÇÃO DAS COLÔNIAS

De acordo com a biologia floral e requerimentos de polinização das plantas, o tipo de visita efetuado pelas abelhas pode influenciar em sua polinização. Plantas dióicas, de maneira geral podem ser mais beneficiadas pela atividade de coleta de néctar, pois esta substância é secretada tanto em flores estaminadas quanto nas pistiladas, o que favorece a transferência dos grãos de pólen. No caso de plantas andromonóicas, com a presença de flores perfeitas, a atividade de coleta de pólen pode resultar em maior eficiência de polinização, tendo em vista a maior atividade causada sobre as flores durante a retirada do pólen e a ocorrência de visitas nos dois tipos de flores (FREE & WILLIAMS, 1971; FREITAS, 1995a).

Em uma grande parcela das culturas, é vantajosa a aplicação de técnicas para aumentar a proporção de coletoras de pólen na população de abelhas forrageadoras das colônias utilizadas para polinização (FREE, 1979; 1993). A prática utilizada com mais eficiência é o fornecimento de alimentação energética, na forma de xarope de água e açúcar, fornecido as colônias como substituto do néctar (FREE & SPENCER-BOOTH, 1961; GOODWIN, 1986). É comum a obtenção de aumentos substanciais na proporção de coletoras de pólen após um dia de alimentação, e em muitos casos, o número de coletoras de pólen dobra a partir do segundo dia de alimentação (GOODWIN & HOUTEN, 1988; GOODWIN et al., 1991).

Também é possível estimular a coleta de pólen em colônias de abelhas melíferas através da manutenção de grande quantidade de crias, especialmente larvas, em seu interior (BARKER, 1971; AL-TIKRITY et al., 1972). Quando são adicionados a uma colônia favos com crias, o número de coletoras de pólen sofre um aumento considerável, o que está

relacionado com a produção de feromônios que estimulam a coleta de pólen (JAYCOX, 1970; FREE, 1979).

Outra forma de se estimular uma colônia de abelhas melíferas para coletar pólen está na limitação da entrada deste produto no ninho. Coletores de pólen são instalados na entrada das colméias, retirando dos membros posteriores das operárias parte da carga transportada para a alimentação da colônia. Essa retirada provoca uma carência de pólen, o que estimula um aumento do número de coletoras (FREE, 1993).

4.6 A POLINIZAÇÃO DO MELOEIRO

Alguns estudos tem abordado aspectos da polinização de cucurbitáceas, geralmente relacionados apenas com a necessidade ou não do uso de polinizadores nessa cultura. Porém, o meloeiro não só precisa de polinização externa para vingar seus frutos, como também o tamanho e formato do fruto dependerão do número e local das sementes em desenvolvimento no seu interior, ambos conseqüências diretas da eficiência da polinização foi realizada (FREE, 1993; OSBORNE et al., 1991).

O uso de 2 a 4 colônias de *A. mellifera* por hectare tem sido recomendado, mas fatores como o grau de desenvolvimento das famílias de abelhas, sua distribuição, a variedade ou híbrido utilizado e a competitividade imposta por outras plantas nas circunvizinhanças as dos pomares não tem sido levado em consideração (Mc GREGOR, 1976; FREE, 1993).

As abelhas visitam o meloeiro em busca de néctar e pólen. Como a coleta de pólen ocorre logo após a abertura da flor, horário que coincide com o período de maior receptividade do estigma e maior viabilidade dos grãos de pólen, a coleta de pólen deve favorecer o processo de polinização (NANDPURI & BRAR, 1966). Entretanto, diversas variedades dessa cultura podem apresentar diferenciados níveis de atratividade para as abelhas melíferas, influenciando diretamente na freqüência de polinizadores sobre suas flores, bem como nos horários de visitação (HOLANDA NETO et al., 2000 a e b). Vários outros fatores interferem na eficiência polinizadora dos visitantes florais, e produtividade

das culturas, no entanto pouco se sabe a respeito da polinização em culturas tropicais (CRANE & WALKER, 1983).

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1. ÁREA EXPERIMENTAL

5.1.1. LOCALIZAÇÃO

Os experimentos foram conduzidos nos campos de produção comercial do Projeto de Irrigação do Baixo Acaraú, localizado nos municípios de Marco e Acaraú, região Norte do estado do Ceará, distante 260 km de Fortaleza. O projeto possui 360 km de canais de irrigação, distribuindo a água pelos seus 8.200 hectares de área sistematizada para a exploração da fruticultura irrigada. Os experimentos foram realizados de agosto a dezembro de 2001, durante o período de produção comercial de melão.

5.1.2. CLIMA

De acordo com THORNTHWAITE & MATHER (1955), o clima de Acaraú pode ser classificado como do tipo seco/subúmido (C2), com regime pluvial caracterizado por chuvas de verão, apresentando duas estações definidas: uma chuvosa, que concentra 90% das precipitações entre o mês de janeiro e o mês de junho, e outra seca, que se estende de julho a dezembro, período no qual ocorre o cultivo do meloeiro.

5.1.3. SOLO E RELEVO

O relevo da área de abrangência do Projeto de Irrigação do Baixo Acaraú é classificado como plano, apresentando pequenas ondulações com declividades que variam de 0 a 6%. Os tipos de solo encontrados são considerados representativos, pois predominam nas regiões litorâneas do estado do Ceará, normalmente solos adequados para o plantio de cajueiro (*Anacardium occidentale*), como era o caso da área em questão antes da implantação do referido Projeto (EMBRAPA/CNPCa, 1993). Aproximadamente 85% da área do Projeto é formada pelo solo tipo Areia Quartzosa Distrófica, sendo o restante da área formada pelos tipos Podizólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico, todos com

textura arenosa. O solo da área, de uma maneira geral, é muito pobre em matéria orgânica, apresentando valores menores que 1 % nos horizontes superficiais.

5.2. FORMAÇÃO DOS “POMARES”

Como o meloeiro é uma planta de ciclo curto, os pomares são temporários, formados de acordo com o período de cultivo. Durante o período de realização dos experimentos foram formados 43 “pomares” com quatro hectares de área cada, ocorrendo o plantio de 8 hectares por semana (Figura 6).

Foram utilizadas sementes do híbrido AF 646, do grupo dos melões amarelos, devido às características comerciais dos seus frutos. A área utilizada para o cultivo foi, quando necessário, nivelada através de terraplanagem. Posteriormente, foi feita uma aração e finalizada a preparação com uma gradagem cruzada, momento em que se aplicou calcário suficiente para corrigir o pH, conforme recomendado em análise de solo para cada área, devendo o mesmo ficar na faixa de 6,8 a 7,2. A aplicação foi feita 60 dias antes do plantio.

Foram preparados sulcos distanciados em 2 metros uns dos outros com 20 cm de profundidade, onde foi aplicada a adubação de plantio, que consistiu de 40 m³ /ha de composto orgânico, adubos químicos ricos em potássio, fósforo e micronutrientes. O plantio foi efetuado abrindo-se pequenas covas com 3 centímetros de profundidade nos taludes localizadas entre os sulcos, distanciadas de 50 centímetros umas das outras, onde era depositada apenas uma semente. Dessa forma, cada pomar continha em torno de 40 mil plantas, com aproximadamente 10 mil plantas por hectare.

5.3. SISTEMA DE CULTIVO DO MELÃO

Foi utilizado o sistema de irrigação tipo gotejamento, caracterizado pela presença de linhas de tubos plásticos ao lado das linhas de plantio, onde foram instalados dispositivos de liberação de água em pequena quantidade (gotejadores), na proporção de um gotejador para cada planta. A aplicação de fertilizantes foi feita através de fertirrigação, com prévia diluição e filtração da solução fertilizadora, os quais foram conduzidos até a região do sistema radicular das plantas. A quantidade dos fertilizantes utilizados variou de acordo com a análise do solo de cada pomar.

O controle de pragas e doenças era feito através do monitoramento dos cultivos por uma equipe técnica responsável pela condução da cultura. Sempre que necessário foram aplicados os defensivos agrícolas específicos para a solução dos eventuais problemas, o que foi registrado em todas as semanas do ciclo da cultura. Quando não havia incompatibilidade entre os produtos, estes eram depositados em um recipiente e aplicados ao mesmo tempo, na forma de um “coquetel” de defensivos.

A colheita dos frutos foi realizada através do corte manual na região do pedúnculo, momento em que eram colocados nos carretões e rebocados por tratores até as instalações de limpeza, seleção e embalagem. O processo foi iniciado quando ocorria a mudança de coloração dos frutos de verde claro para amarelo, momento em que o °Brix estava em torno de 10%. A determinação do °Brix é importante para verificar o ponto exato em que o fruto atingiu uma boa concentração de açúcares, sem que haja perdas na sua capacidade para suportar o tempo necessário ao transporte até o centro consumidor, garantindo sua qualidade (GORGATTI NETTO et al., 1994). Os frutos foram classificados segundo os tipos: 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, de acordo com o número de frutos que cabem em uma caixa-padrão, e despachados para os centros de consumo. A caixa utilizada para exportação tem capacidade para 10 kg e a caixa utilizada para embalagem dos frutos destinados ao mercado interno tem capacidade para 13 kg.

5.4. COLÔNIAS DE ABELHAS

5.4.1. TIPO DE COLMEIA UTILIZADA

Todas as colônias introduzidas na área experimental foram instaladas em colmeias tipo Langstroth, construídas totalmente em madeira. Os quadros que davam sustentação aos favos tinham sua estrutura de madeira, com espaçador automático, tipo Hofmann. Suas peças laterais interligadas por quatro fios de aço inoxidável, dando sustentação para a cera alveolada, utilizada pelas abelhas como a base para a construção das células onde ocorre a produção de novos indivíduos e o estoque de alimentos. Não foram utilizadas melgueiras, sendo as colméias compostas por apenas três peças: fundo, ninho e tampa. Devido à necessidade de constantes transportes e a exposição ao ambiente, algumas

adaptações foram feitas para facilitar os trabalhos de campo, dentre elas: O fundo foi fixado ao ninho através da colocação de parafusos que uniam firmemente as duas peças. O comprimento do assoalho foi diminuído de 60 cm para 55 cm, criando-se uma rampa de pouso mais curta, o que permitiu uma melhor acomodação das colméias na carroceria do veículo de transporte. As tampas receberam uma cobertura metálica de alumínio, protegendo-a contra umidade excessiva e refletindo os raios solares, o que colaborou para a termoregulação (Figura 7).

5.4.2. ORIGEM DAS COLÔNIAS

As colônias de abelhas utilizadas nos experimentos foram da espécie *Apis mellifera* com marcante contribuição no padrão genético da sub-espécie *A. m. scutellata*, de origem africana, bem adaptado as condições de ambiente da região e encontradas em estado selvagem nas matas nativas (KERR, 1971; DE JONG, 1988; RINDERER, 1991; GONÇALVES, 1992 e SOARES, 1994). Todas as colônias faziam parte de apiários comerciais, já tendo sofrido uma certa influência da seleção artificial para produção de mel.

5.4.3. ESTADO POPULACIONAL DAS COLÔNIAS

A população das colmeias é de grande importância para que se obtenha bons resultados na polinização dirigida (FAEGRI & PIJL, 1979 e FREE, 1993). Dessa forma, foi feita uma seleção das colônias de acordo com o seu estado populacional tendo como base a metodologia sugerida por BURGETT (1993), onde cada colônia precisou apresentar uma condição mínima para que fosse utilizada no serviço de polinização, devendo estar livre de qualquer praga ou doença em níveis que pudessem causar prejuízos à colônia, apresentar todos os dez quadros presentes no ninho com seus favos completamente construídos, possuir pelo menos seis quadros ocupados completamente com criação (ovos, larvas e pupas), apresentar uma quantidade de abelhas adultas no interior do ninho capaz de cobrir 2/3 da área de favo presente em seis quadros, demonstrar uma atividade de coleta de alimentos que resultasse em um fluxo de retorno do campo acima de 100 abelhas por minuto e possuir uma rainha com postura normal e idade inferior a 2 anos (Figura 8).

5.4.4. DESENVOLVIMENTO DAS COLÔNIAS

De acordo com o estado populacional de cada colônia, quadros com crias foram transferidos das colônias populosas para aquelas em situação inferior. Quando foi identificado que a reduzida população das colméias fracas tinha como causa uma rainha com postura insuficiente, foi efetuada a substituição da mesma por uma rainha nova. Para a produção de novas rainhas foi seguida a metodologia descrita por LAIDLAW (1998), onde larvas de um dia foram transferidas para cúpulas artificiais que foram introduzidas em colméias recria, permanecendo ali até o seu desenvolvimento completo. Dois dias antes do nascimento as realeiras foram introduzidas em núcleos órfãos, local onde nasceram, atingiram a maturidade sexual e saíram para o vôo de acasalamento. Aquelas rainhas que tiveram sua postura comprovada, foram utilizadas na substituição das rainhas com postura insuficiente. Quando necessário, foram transferidos quadros de cria das colônias mais fortes para as mais fracas, a fim de se obter um equilíbrio populacional.

Durante o período de desenvolvimento, de julho a agosto de 2001, as colônias encontravam-se em apiários comerciais localizados no município de Itatira-CE, que apresenta como cobertura vegetal predominante a caatinga, com baixo fluxo de néctar e pólen nesse período do ano (FREITAS, 1991). Nessas condições as colônias tenderiam a diminuir sua população, como já observado por SOUSA et al.(2000) estudando o ciclo anual das abelhas melíferas na caatinga. Dessa forma, foi necessário o uso de alimentação artificial para que fosse obtida a população desejada nas colônias.

O manejo alimentar das colônias baseou-se na metodologia descrita por SILVA (2000), onde as abelhas tinham à sua disposição uma alimentação energética na forma de xarope na proporção de 1 kg de água para 2 kg de açúcar, e uma alimentação protéica na forma de farinha de soja integral refinada. O xarope foi fornecido em alimentadores individuais internos tipo Doolittle e a farinha de soja foi fornecida em alimentadores coletivos, localizados no centro dos apiários. O período de preparação das colmeias foi de 60 dias, período suficiente para que houvesse o completo desenvolvimento das colônias.

5.5. MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram conduzidos de agosto a dezembro de 2001, sendo este período dividido em quatro fases distintas, de acordo com a natureza dos estudos:

- Na primeira fase, foram dirigidos estudos sobre a biologia floral e os requerimentos de polinização do meloeiro.
- Durante a segunda fase, foram conduzidos estudos sobre o comportamento de pastejo das abelhas melíferas nas flores do meloeiro.
- No decorrer da terceira fase, foram testadas técnicas de introdução de colônias nos pomares de melão, como variações no número de colônias, sua distribuição e o período de introdução na área cultivada.
- Na última fase, os estudos foram conduzidos especificamente para definir técnicas de estímulo à coleta de pólen, visando aumentar a frequência de abelhas nas flores do meloeiro.

5.5.1. BIOLOGIA FLORAL E REQUERIMENTOS DE POLINIZAÇÃO

Inicialmente foram registradas as proporções de flores estaminadas e perfeitas durante duas fases do ciclo do meloeiro: a primeira aos 23 dias e a segunda aos 28 dias. As plantas foram escolhidas ao acaso, no momento da contagem das flores.

Tão logo as primeiras flores perfeitas surgiram, aos vinte e cinco dias do ciclo do meloeiro, 200 botões florais foram devidamente marcados para posterior obtenção do índice de vingamento de frutos. Aos trinta e cinco dias do ciclo da cultura, outros duzentos botões florais foram marcados e o índice de vingamento de frutos foi comparado com o grupo anterior.

A avaliação da necessidade da ação de agentes polinizadores para a fecundação das flores do meloeiro foi realizada por meio de quatro tratamentos básicos: Polinização cruzada manual, polinização aberta com a introdução de abelhas, polinização livre e polinização restrita. Para esse tipo de estudo foram utilizados 10 “pomares”, nos quais foram escolhidas, ao acaso, linhas de plantio e nelas aplicados todos os tratamentos

simultaneamente. Foram utilizadas as primeiras flores perfeitas que surgiram nas plantas e efetuadas 300 repetições para cada tratamento. Durante esse período, também foi observado a proporção de flores perfeitas e estaminadas durante o ciclo do meloeiro. (Figuras 9 e 10)

Os procedimentos adotados para cada tratamento foram os seguintes:

- a) Polinização cruzada manual – Os botões florais estaminados e perfeitos foram isolados em sacos de tela (filó) no dia anterior a antese. Os botões florais perfeitos também receberam, na região do pedúnculo floral, uma fita de cor azul, que identificaria o tratamento. No dia posterior, logo após o início da antese, as flores estaminadas foram destacadas das plantas e rapidamente separadas de suas pétalas, momento em que retirava-se o saco que recobria as flores perfeitas e tocava-se levemente sua superfície estigmática com as anteras das flores estaminadas. Em seguida as flores perfeitas recebiam novamente os sacos de tela, que ali permaneciam até que fosse verificado o resultado do processo, ou seja, o vingamento ou não dos frutos.
- b) Polinização aberta com a introdução de abelhas – Neste caso, as áreas utilizadas já tinham recebido colônias na proporção de 2/ha. As flores perfeitas foram apenas marcadas com uma fita de cor amarela, na região do pedúnculo floral, no dia anterior a sua antese, ainda como botão floral. O resultado do processo foi obtido através da contagem final das flores para o cálculo do percentual de vingamento de frutos.
- c) Polinização livre – Não houve introdução de colônias de abelhas melíferas durante esse tratamento, de forma que as flores dispunham apenas dos agentes polinizadores presentes na área. A cor da fita marcadora era branca.
- d) Polinização restrita – Os botões florais de flores perfeitas foram isolados em sacos de tela fina (filó) no dia anterior à sua antese. As flores permaneceram ensacadas durante o período em que se encontravam abertas, evitando qualquer contato dos agentes polinizadores bióticos com elas. A cor da fita marcadora foi o vermelho e o

resultado do processo foi obtido com a contagem final das flores para o cálculo do percentual de vingamento de frutos.

Em todos os tratamentos descritos anteriormente os frutos produzidos foram contados, pesados e registrado o número de sementes por fruto.

5.5.2. COMPORTAMENTO DE PASTEJO DAS ABELHAS

As características básicas da atividade de coleta das abelhas melíferas sobre as flores do meloeiro foram estudadas seguindo uma determinada seqüência: freqüência de coletoras durante o dia, atrativo floral preferido, constância floral, tempo de permanência, número de visitas recebidas pelas flores e a intensidade da coleta de pólen das flores. (Figuras 11 e 12)

Os procedimentos para a realização de cada um deles, foram os seguintes:

- a) Freqüência de abelhas coletoras durante o dia – Dentro dos “pomares” foi definido um percurso irregular, no qual foi feita a observação do número de abelhas forrageando nas flores da forma mais abrangente possível. O percurso foi feito nos seguintes horários do dia: 05:00 h, 07:00 h, 09:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h e 17:00 h, durante os quais foi registrado o número total de abelhas nas flores, tomando-se o cuidado de registrar separadamente, as coletoras de pólen das coletoras de néctar. O tempo gasto por percurso variou entre 15 e 30 minutos. Logo após cada percurso foi registrado, na entrada das colméias, o número de abelhas retornando do campo. Também foi registrado separadamente, o número de coletoras de pólen e o número de possíveis coletoras de néctar (sem pólen nas corbículas) retornando à colméia. Foram feitas 10 repetições para cada grupo de dados.
- b) Constância floral das abelhas – Neste caso, escolhia-se uma abelha em atividade de coleta de alimento, que era acompanhada para o registro do número de flores do meloeiro visitadas em seqüência, ou seja, sem que houvesse qualquer interrupção. A

contagem terminava quando a abelha saía do “pomar”. Foram acompanhadas 237 abelhas no total.

- c) Tempo de permanência na flor – Os dados foram coletados marcando o tempo que as abelhas passava sobre as flores, em cada visita, registrando-se separadamente o intervalo de tempo para a atividade de coleta de pólen e de néctar, com 100 repetições para cada tratamento.
- d) Número de visitas recebidas por flor – Cada flor observada foi ensacada no dia anterior à antese, ainda como botão floral. Logo após sua abertura foi retirado o saco de tela, contando-se durante o período de 15 minutos, o número de visitas recebidas. As observações foram feitas apenas no período inicial da manhã (05:00 e 07:00 h), com um total de 80 repetições. Apenas flores perfeitas foram observadas.
- e) Capacidade de retirada da massa polínica – Um total de 450 flores estaminadas, formando nove grupos distintos, foi acompanhado para a coleta dos dados. No primeiro grupo os botões florais foram recobertos por cápsulas plásticas, o que impediu a antese, e manteve a massa de pólen protegida contra a ação do vento e agentes polinizadores bióticos. No segundo grupo, os botões florais foram isolados por meio de sacos de tela fina (filó), evitando o acesso dos agentes polinizadores, porém, permitindo a ação do vento. Nos sete grupos restantes, a presença da massa de pólen foi observada em sete horários: 05:00 h, 07:00 h, 09:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h e 17:00 h, um para cada grupo de flores. Os dados foram coletados através de exame visual da presença ou não da massa de pólen sobre as anteras.

5.5.3. TÉCNICAS DE INTRODUÇÃO DE COLÔNIAS

Nesta fase foram instalados três experimentos: Número de colônias por hectare, distribuição das colônias no pomar e período de introdução das colônias no pomar. É importante ressaltar que os tratamentos de cada um dos três experimentos, ocorreram simultaneamente em diferentes “pomares”.

- a) Número de colônias por hectare – O experimento constou de 4 (quatro) tratamentos: 0, 2, 4 e 6 colônias foram instaladas em cada hectare cultivado com melão. As colônias foram introduzidas aos 23 dias do ciclo da cultura e as colônias foram localizadas numa linha, ao lado da área cultivada, aproveitando o sombreamento da vegetação nativa. Foram feitas quatro repetições por tratamento, com cada repetição utilizando um hectare da cultura. As variáveis observadas foram: Produção total de frutos, produção de frutos para o mercado interno, produção de frutos para exportação, frequência de abelhas nas flores e taxa de vingamento inicial de frutos. O período de permanência de todas as colônias foi de quatro semanas.
- b) Distribuição das colônias no pomar – Nesse experimento, os tratamentos testados foram: Distribuição das colônias no interior do pomar e distribuição das colônias ao lado da área cultivada. As colônias ficaram dispostas em linha, sendo o primeiro tratamento localizado na linha central de cultivo e o segundo numa linha paralela a área de cultivo, aproveitando o sombreamento natural, distantes aproximadamente 30 metros do pomar. Foram feitas quatro repetições por tratamento, com cada repetição utilizando um hectare da cultura. As variáveis observadas foram: Produção total de frutos, produção de frutos para o mercado interno, produção de frutos para exportação, frequência de abelhas nas flores e taxa de vingamento inicial de frutos. O período de permanência de todas as colônias nos “pomares” foi de quatro semanas.
- c) Período de introdução das colônias – Foram aplicados quatro tratamentos referentes a idade das plantas no momento em que as colônias foram introduzidas: 18, 23, 28 e 33 dias. As colônias foram localizadas numa linha, ao lado da área cultivada, aproveitando o sombreamento da vegetação nativa. Foram feitas quatro repetições por tratamento, cada um com um hectare da cultura. As variáveis observadas foram: Produção total de frutos, produção de frutos para o mercado interno, produção de frutos para exportação, peso dos frutos, número de sementes nos frutos, frequência de abelhas nas flores e taxa de vingamento inicial de frutos. O período de permanência de todas as colônias foi de quatro semanas.

5.5.4. MANEJO PARA POLINIZAÇÃO DIRIGIDA

Nesta fase foi instalado 01 (um) experimento com o objetivo de testar técnicas para indução à coleta de pólen nas colônias.

O experimento constou de 03 (três) tratamentos: No primeiro, foi fornecido para as colônias meio litro de alimentação energética, na proporção de 2 kg de açúcar e 01 kg de água, fornecida a cada 48 horas. Foram utilizados alimentadores internos tipo coxo, instalados no lugar do primeiro quadro do ninho. No segundo tratamento, foi testada a instalação de coletores de pólen no alvado das colméias. Os coletores foram mantidos durante todo o período de permanência das colônias no pomar. O terceiro tratamento foi utilizado como “testemunha”, mantendo-se as colônias na área sem a aplicação de qualquer técnica de manejo visando modificar a proporção de coletoras de pólen. O período de introdução correspondeu aos 23 dias do ciclo da cultura e as colônias foram localizadas numa linha, ao lado da área cultivada, aproveitando o sombreamento da vegetação nativa. Foram feitas quatro repetições por tratamento, e em cada repetição foi utilizado um hectare da cultura. As variáveis observadas foram: Produção total de frutos, produção de frutos para o mercado interno, produção de frutos para exportação, frequência de abelhas nas flores, frequência de abelhas retornando à colônia e taxa de vingamento inicial de frutos. O período de permanência de todas as colônias foi de quatro semanas.

5.6. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados referentes à proporção de flores estaminadas e perfeitas, tempo de duração das visitas às flores, número médio de visitas por viagem e número de visitas recebidas por uma flor foram analisados por meio de intervalos de classe, distribuição de frequências com cálculo das respectivas médias, desvios padrões e erros padrões.

Observações a respeito do índice de vingamento de frutos foram estudadas por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, devido ao seu caráter binomial, que não atende as pressuposições para uma análise de variância.

Os dados relacionados com a produção de frutos, peso individual dos frutos, número de sementes por fruto e frequência de abelhas nas flores e frequência de abelhas

regressando à colônia foram analisados através da análise de variância, e as médias foram comparadas *a posteriori* pelo teste de Tukey (5%). O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado.

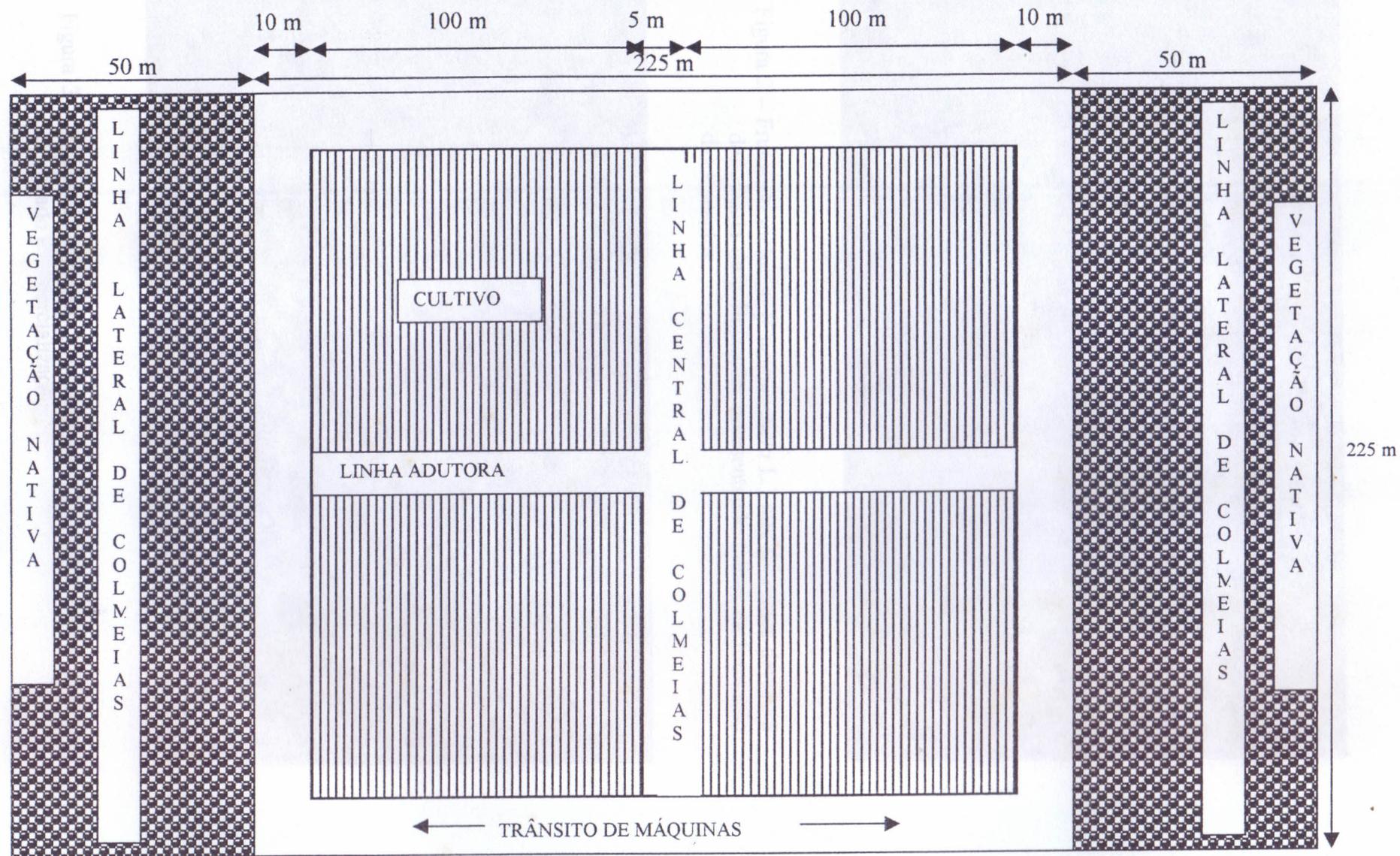


Figura 1 – Esquema de um lote padrão utilizado como área experimental.



Figura 2 – Frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) mal formados devido à deficiência de polinização, apresentando falhas na formação das sementes.



Figura 3 – Frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) apresentando padrão adequado à comercialização.

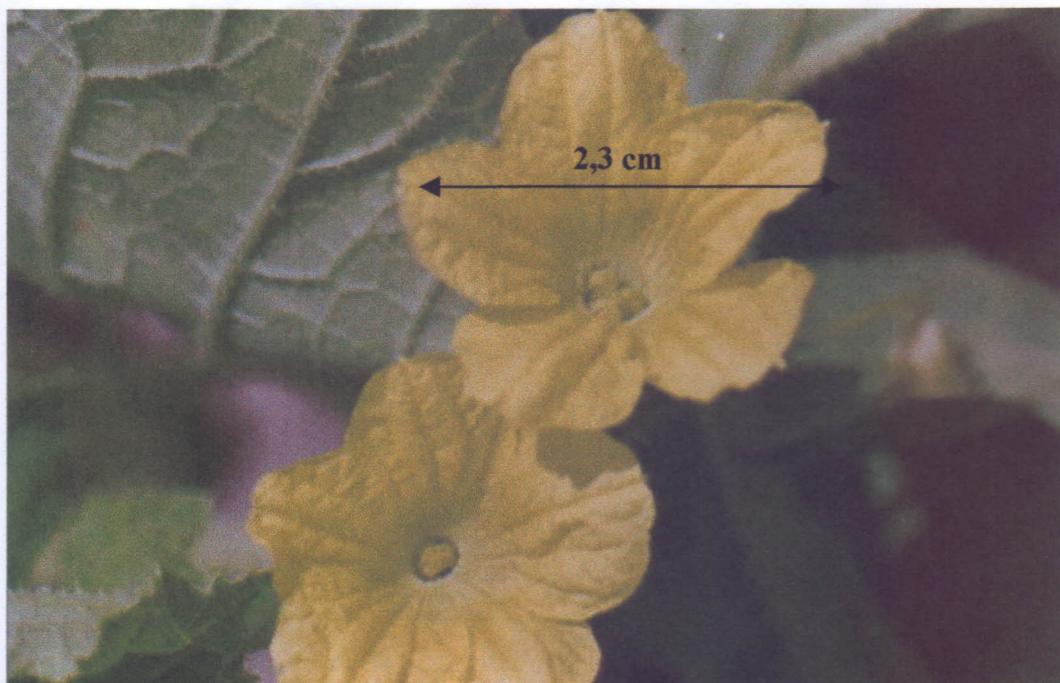


Figura 4 – Vista superior das flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.), na parte de cima uma flor perfeita e embaixo uma flor estaminada.

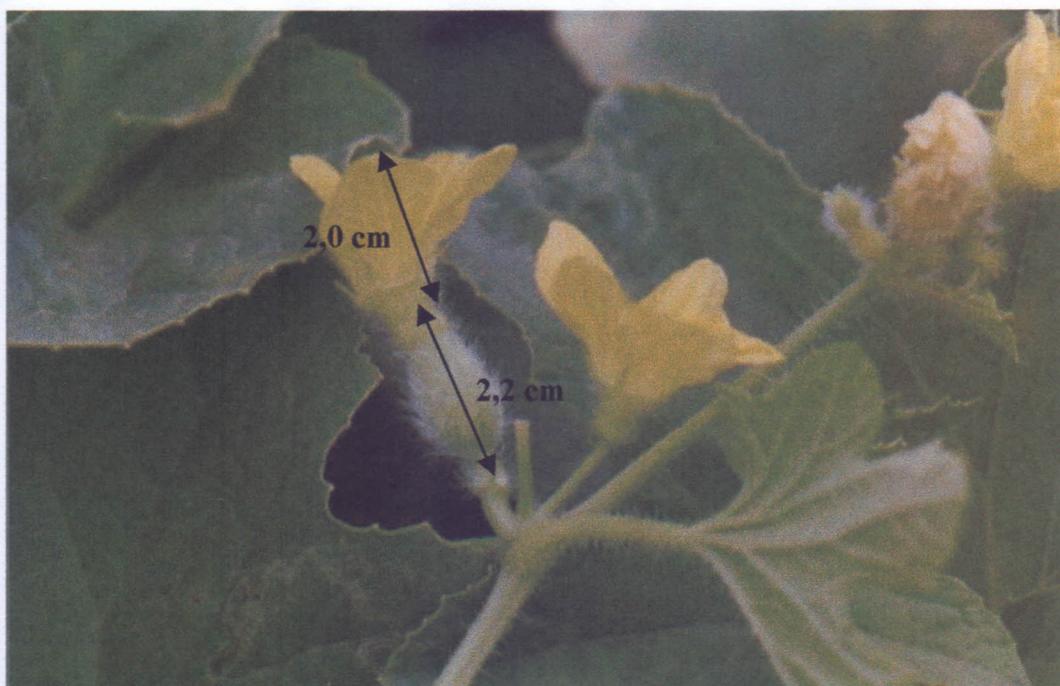


Figura 5 – Vista lateral das flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.), do lado esquerdo uma flor perfeita apresentando ovário desenvolvido e do lado direito uma flor estaminada.



Figura 6 – Lote Padrão do Projeto Baixo Acaraú para pequeno produtor com 4 ha destinados ao cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.).



Figura 7 – Colméia padrão Langstroth povoada com abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) instalada sob a copa de planta nativas em área lateral ao cultivo de melão (*Cucumis melo* L.).



Figura 8 – Favos com grande quantidade de crias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.).

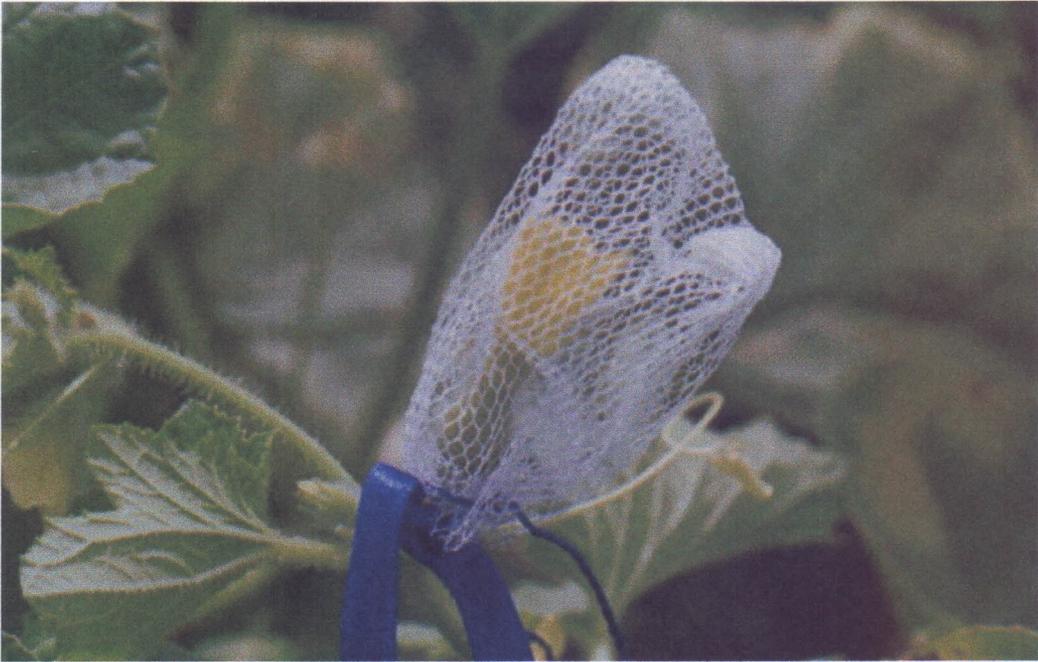


Figura 9 – Flor perfeita do meloeiro (*Cucumis melo* L.) isolada com saco de “filó”, momentos antes da antese.



Figura 10 – Flor perfeita do meloeiro (*Cucumis melo* L.) marcada com uma fita, iniciando a antese.



Figura 11 – Operária de *Apis mellifera* coletando pólen em uma flor do meloeiro (*Cucumis melo* L.).



Figura 12 – Operária de *Apis mellifera* coletando néctar em uma flor do meloeiro (*Cucumis melo* L.).

Figura 14 – Anteras do pólen estagnadas do meloeiro (*Cucumis melo* L.)
↳ Após a coleta. ↳ Antes da coleta.



Figura 13 – Colmeias padrão Langstroth povoadas com abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) introduzidas na linha central de cultivo de melão (*Cucumis melo* L.).

Figura 15 – Anteras e superfície estagnada de uma flor perfurada do meloeiro (*Cucumis melo* L.)

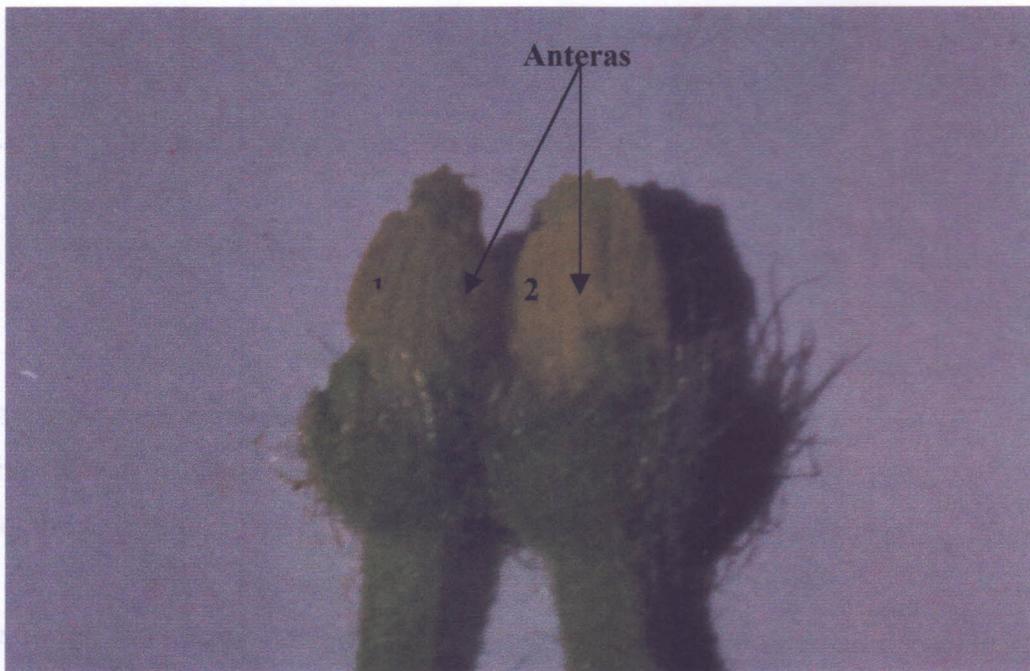


Figura 14 – Anteras de flores estaminadas do meloeiro (*Cucumis melo* L.):
1- Após a coleta. 2 – Antes da coleta.

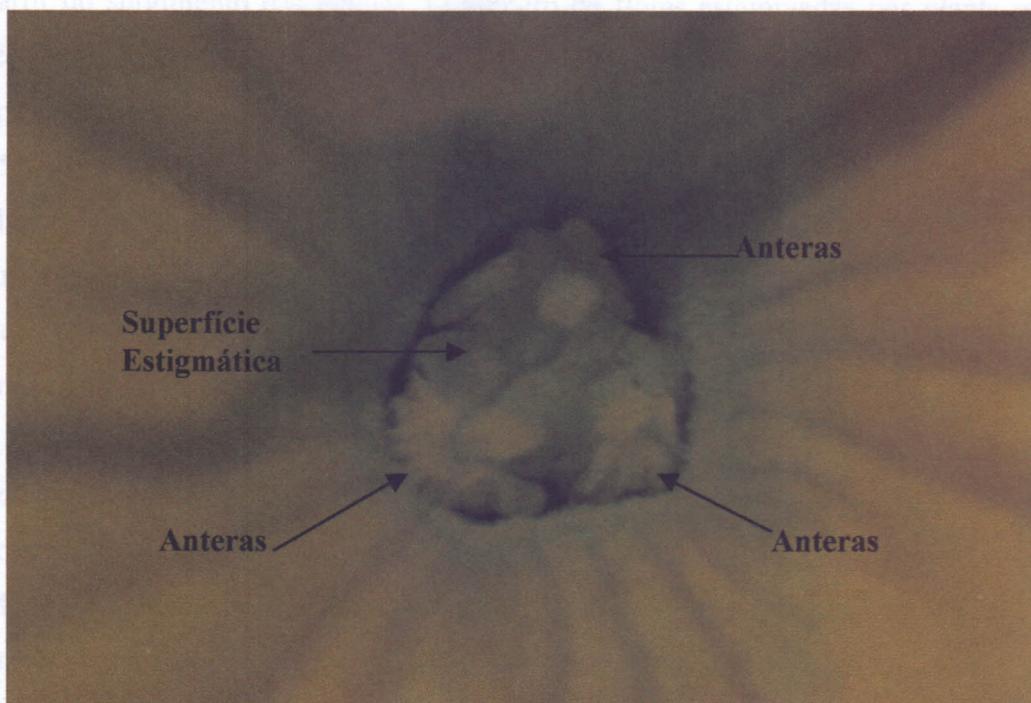


Figura 15 – Anteras e superfície estigmática de uma flor perfeita do meloeiro (*Cucumis melo* L.)

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - Requerimentos de polinização do meloeiro

6.1.1 – Proporção de flores estaminadas e perfeitas no meloeiro

Logo no início da fase de florescimento, as plantas com idade de 23 dias a partir da germinação, apresentaram uma grande quantidade de flores estaminadas. Por outro lado, praticamente não foram observadas flores perfeitas, registrando-se a presença deste tipo de flor em poucas plantas nesta fase de desenvolvimento da cultura (Tabela 1).

Quando as plantas atingiram 28 dias de idade apresentaram um número médio de flores estaminadas um pouco maior que na idade de 23 dias, mas o número médio de flores perfeitas já era em torno de uma flor por planta, valor bastante superior à aquele observado aos 23 dias de vida. A comparação das médias entre os dois grupos de plantas, tanto para flores estaminadas, quanto para flores perfeitas, apresentou diferença significativa ($P < 0,05$).

O surgimento das primeiras flores estaminadas ocorreu aos 21 dias, contados a partir do surgimento das plantas. O número de flores estaminadas por planta manteve-se relativamente alto durante todo o ciclo da cultura, variando entre seis e dez, não aparentando sofrer influência da presença de flores perfeitas, que começaram a surgir aos 25 dias, contados a partir do surgimento das plantas. Em relação às flores perfeitas, as plantas apresentaram uma produção contínua, de forma que todos os dias ocorria surgimento de uma nova flor. Apesar de terem sido detectadas variações entre zero e três flores perfeitas por planta, essa situação pode ser considerada rara, sendo comum a presença de apenas uma flor perfeita por cada meloeiro a cada dia.

A maior quantidade de flores estaminadas, no caso de plantas andromonóicas, pode ser considerada normal (SOUSA et al., 1999). Os resultados obtidos estão de acordo com as observações de KATO (1997), que, estudando a polinização do melão amarelo em Mossoró-RN, obteve um número médio de flores perfeitas por planta semelhante ao do presente trabalho. Com relação ao número médio de flores estaminadas, KATO (1997) observou valores em torno de quatro flores por planta, divergindo consideravelmente dos

resultados observados em Acaraú-CE. Essa diferença, talvez seja devido à constituição do material genético estudado em Mossoró-RN (híbrido AF-533) e o utilizado nessa pesquisa (híbrido AF-646).

Portanto, o híbrido de melão estudado no presente trabalho só pode vingar frutos a partir do 23º dia, momento a partir do qual deve-se considerar o início de sua produção comercial.

Tabela 1 – Número médio de flores estaminadas e perfeitas em duas fases de florescimento do meloeiro (*Cucumis melo* L.). Acaraú – CE, 2001.

Fase do florescimento	Número de flores	Flores Estaminadas	Flores perfeitas
Florescimento Inicial (23 dias)	250	8,07 ± 2,04 b	0,09 ± 0,28 b
Florescimento pleno (28 dias)	250	8,73 ± 2,02 a	1,06 ± 0,51 a

Valores seguidos por letras diferentes na coluna diferem a $P < 0,05$

6.1.2 – Vingamento inicial dos frutos em função do tipo de polinização

Os dados referentes ao vingamento inicial de frutos mostraram diferenças significativas ($\chi^2 = 665,95$, $gl = 3$, $P < 0,05$) entre os quatro tipos de polinização. A polinização cruzada manual apresentou o maior número de frutos vingados, seguida da polinização aberta com abelhas, polinização livre e da polinização restrita, que não apresentou vingamento de frutos, e por isso não foi incluída na análise estatística. Os resultados da polinização cruzada manual e da polinização aberta com abelhas apresentaram diferença estatística entre si e diferiram estatisticamente dos demais tratamentos.

Tabela 2 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função dos tipos polinização. Acaraú – CE, 2001.

Tipos de Polinização	Número de flores por tratamento	Vingamento inicial (7 dias)	% Flores Vingadas
Polinização Cruzada Manual	300	295 a	98,3
Polinização Aberta Com Abelhas	300	227 b	75,7
Polinização Livre	300	118 c	39,3
Polinização Restrita	300	0	0

Valores seguidos por letras diferentes na coluna diferem a $P < 0,05$

O tratamento Polinização Cruzada Manual, promoveu uma maior deposição de pólen na região dos estigmas, visto que as anteras com sua carga completa de pólen foram tocadas diretamente sobre a superfície estigmática. Os grãos de pólen do meloeiro são pegajosos e relativamente pesados, apresentando uma aderência entre a massa polínica e as anteras, o que dificulta o transporte dos mesmos, caso não haja a interferência de um agente polinizador biótico (MUSSEN & THORP, 2003). Portanto, o alto percentual de

vingamento obtido nesse tratamento deve estar relacionado com a grande quantidade de pólen depositada sobre o estigma nas primeiras horas do dia.

As flores do tratamento polinização aberta com abelhas, onde foram introduzidas colônias de abelhas melíferas na área, apresentaram taxa de vingamento inicial superior ($P < 0,05$) ao tratamento com polinização livre, onde não houve a introdução de polinizadores adicionais. Os resultados estão de acordo Mc GREGOR et al. (1965), que relacionaram a quantidade de visitas recebidas pelas flores com a quantidade e a qualidade dos frutos produzidos por meloeiros. Dessa forma, a possibilidade das flores receberem visitas no tratamento polinização livre, deve ter promovido a deposição de grãos de pólen sobre os estigmas, o que resultou em vingamento de frutos. Com a introdução de colônias de abelhas melíferas, a população de polinizadores naturais recebeu um reforço de milhares de indivíduos, que devido a sua intensa atividade forrageira sobre as flores do meloeiro devem ter incrementado a deposição de pólen sobre os estigmas, contribuindo para o aumento do percentual de frutos vingados. Além disso, as flores de meloeiro necessitam receber pelo menos quinhentos grãos de pólen viáveis para que ocorra a formação de frutos dentro do padrão exigido pelo mercado (MUSSEN & THORP, 2003), e um maior número de visitas favorece uma maior deposição de grãos de pólen nos estigmas.

O isolamento das flores utilizadas no tratamento polinização restrita não permitiu as visitas das abelhas, mantendo os órgãos reprodutivos das flores livres de qualquer contato com polinizadores. De acordo WILLIAMS (1987), os grãos de pólen do meloeiro necessitam da ação de um polinizador biótico para efetuar a transferência das anteras para o estigma, caso contrário, os grãos de pólen permanecem aderidos às anteras devido a sua viscosidade.

FREE (1993), verificou que uma parte dos grãos de pólen caia das anteras e são depositados sobre a base da corola, pois o posicionamento das anteras que se encontram dispostas em torno do estigma, voltadas para o lado das pétalas, o deve dificultar a deposição dos grãos de pólen sobre o mesmo.

Os resultados mostram que, para as condições experimentais em que a pesquisa foi conduzida, não existe a influência direta do vento durante o processo da polinização, visto que o tipo de isolamento com sacos de filó impede apenas a ação dos visitantes florais. Esses resultados estão de acordo com GARCIA et al. (1998), que obtiveram uma

taxa de vingamento de frutos abaixo de 30% para flores isoladas, cultivando melão rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus*) em estufa.

Assim, as flores do meloeiro necessitam de polinização entomófila para atingir um bom vingamento de frutos, visto que o seu isolamento dos visitantes florais, como no tratamento polinização restrita, resultou em uma taxa de vingamento nula. Além disso, os demais tratamentos resultaram em maiores taxas de vingamento inicial de frutos, o que deve estar relacionado com melhores níveis de polinização.

6.1.3 – Peso dos frutos e número de sementes em função do tipo de polinização

Para a variável peso dos frutos, os dados apresentaram diferenças significativas ($F_{3, 76}=208,7$, $P<0,05$) entre os quatro tipos de polinização. O tratamento polinização cruzada manual proporcionou o melhor resultado, que não diferiu significativamente do tratamento polinização aberta com abelhas. O tratamento polinização livre produziu frutos com peso significativamente inferior ($P<0,05$) ao tratamento de polinização cruzada manual, porém não diferiu do tratamento de polinização aberta com abelhas. O tratamento polinização restrita não produziu frutos, portanto não foi considerado na análise estatística (Tabela 3). O coeficiente de variação para o peso dos frutos foi de 21,06%.

Para a variável número de sementes por fruto, os resultados dos tratamentos apresentaram diferenças significativas ($F_{3, 76}= 1150,4$, $P<0,05$) e comportaram-se de forma similar a variável peso dos frutos. A polinização cruzada manual produziu o maior número de sementes, seguida do tratamento polinização aberta com abelhas. O tratamento polinização livre produziu frutos com número de sementes significativamente inferior ($P<0,05$) ao tratamento de polinização cruzada manual, porém não diferiu significativamente do tratamento de polinização aberta com abelhas. Como não se obtiveram sementes no tratamento polinização restrita, este não foi considerado na análise estatística. O coeficiente de variação para a variável número de sementes foi de 8,80%.

Tabela 3 – Número de sementes e peso (g) dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do tipo polinização. Acaraú – CE, 2001.

Tipos de Polinização	n	Peso (g) dos frutos	Número de Sementes
Polinização Cruzada Manual	20	2.029 ± 307,1a	565,3 ± 21,4a
Polinização Aberta Com Abelhas	20	1.908 ± 283,2ab	545,0 ± 31,6ab
Polinização Livre	20	1.586 ± 404,6b	500,4 ± 59,8b
Polinização Restrita	20	0,00	0,00

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

Segundo MC GREGOR & TODD (1952) e MC GREGOR et al. (1965), existe uma correlação positiva entre o número de visitas recebidas pelas flores e o número de sementes formadas nos frutos, e destas com o peso atingido pelo fruto. MUSSEN & THORP (2003), também verificaram que o meloeiro necessita da deposição de grande quantidade de pólen nos estigmas para vingar frutos de tamanho comercial. Portanto, o peso e o número de sementes por fruto estão diretamente relacionados com a quantidade de grãos de pólen viáveis que são depositados sobre os estigmas, o que explica o fato dos frutos oriundos do tratamento Polinização Cruzada Manual terem apresentado peso e número de sementes superior aos demais tratamentos, visto que o toque direto das anteras sobre os estigmas deve ter resultado na deposição da maior quantidade de grãos de pólen sobre o estigma dentre os tratamentos.

A polinização restrita não permitiu a visita dos polinizadores, portanto, não foi possível o contato com o interior da flor e a deposição de grãos de pólen sobre os estigmas, tendo como consequência o abortamento das flores e a ausência de formação de frutos. CELLI & GIORDANI (1981), encontraram resultados semelhantes não obtendo produção

de frutos quando mantiveram as plantas em ambiente totalmente fechado, sem a presença de visitantes florais.

Com a polinização livre, a atividade dos visitantes florais, deve ter favorecido as trocas de pólen entre as flores e a sua polinização. Porém, não foi suficiente para a deposição de um número de grãos de pólen necessário para a formação de frutos grandes. Os dados estão de acordo com LEMASSON (1987), que constatou uma diminuição no peso e no número de frutos quando limitou o acesso dos visitantes florais às flores.

Quando foram introduzidas colônias na área experimental, no caso do tratamento polinização aberta com abelhas, foi obtido um aumento no número de polinizadores, o que deve ter resultado em maior visitação das flores e conseqüente aumento no número de sementes e maior peso dos frutos do que nos frutos produzidos pelo tratamento polinização livre. Contudo, não foi observada diferença estatística significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos e os resultados podem ser considerados apenas como uma tendência. Resultados semelhantes foram encontrados por WILLIAMS (1987), estudando a formação de frutos em campos de cultivo de melão na Austrália, onde não obteve diferença estatística entre os tratamentos em gaiolas com a introdução de abelhas e áreas de campo aberto.

Os melhores resultados foram obtidos na polinização cruzada manual, o que provavelmente está relacionado com os cuidados na escolha e preparação das flores estaminadas (fornecedoras de pólen), que foram isoladas antes da antese para manter toda sua massa polínica. O horário da polinização, logo no início da manhã, também deve ter favorecido o grande número de sementes produzidas, o que está de acordo com NANDPURI & BRAR (1966); PESSON & LOUVEAUX (1984) e FAVERO et al. (2002), que encontraram melhor receptividade dos estigmas logo após a abertura das flores, permanecendo assim por poucas horas, além da maior viabilidade do pólen nas primeiras horas da manhã logo após a deiscência das anteras, com forte diminuição do vigor durante o decorrer do dia.

Dessa forma, a polinização cruzada manual e a polinização aberta com a introdução de abelhas levam à produção de frutos de melão mais pesados e com maior quantidade de sementes.

6.1.4 – Vingamento inicial dos frutos em função da fase de florescimento do meloeiro

As primeiras flores perfeitas produzidas pelas plantas, que surgem no caule do meloeiro, apresentaram percentual de vingamento de frutos significativamente superior ($\chi^2 = 61,27$, gl = 1, $P < 0,05$) ao vingamento inicial das flores perfeitas produzidas nos ramos, como podemos observar na tabela 4.

Tabela 4 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo*) em função da fase de florescimento das plantas. Acaraú – CE, 2001.

Fase do florescimento	Número de flores por tratamento	Vingamento inicial (7 dias)	Vingamento Inicial (%)
Florescimento Inicial	200	176 a	88,0
Florescimento pleno	300	164 b	54,7

Valores seguidos por letras diferentes na coluna diferem a $P < 0,05$

Na fase inicial de florescimento, as primeiras flores perfeitas surgem na região próxima à base do caule das plantas, local onde se desenvolvem os primeiros frutos (SOUSA et al., 1999). De acordo com o exposto no item 6.1.1, as plantas produzem continuamente flores durante todo o seu ciclo produtivo, mantendo uma proporção aproximada de sete flores estaminadas para uma perfeita. No entanto, mesmo havendo a continuidade na formação de flores perfeitas, observa-se uma forte diminuição no nível de vingamento inicial das flores perfeitas produzidas nos ramos, com grande número de flores abortadas em relação às flores perfeitas da região do caule. Isto, provavelmente, ocorre devido aos frutos em formação atuarem como "drenos", consumindo uma grande quantidade de nutrientes e prejudicando o processo de desenvolvimento de novos frutos, como sugerido por MANN (1953), que conseguiu um aumento de 10% para 70% no vingamento de frutos das flores produzidas nos ramos, quando diminui a concorrência por nutrientes eliminando as demais flores e os frutos das plantas estudadas.

O presente resultado está de acordo com KATO (1997), que relacionou a baixa taxa de frutificação obtida à presença de mais de um botão floral por planta, sugerindo que a frutificação normal do meloeiro seria em torno de 1,0 a 1,5 fruto por planta. De maneira similar, DUARTE et al. (2001), observaram ser raro a formação de novos frutos em plantas onde havia frutos em desenvolvimento. Sendo assim, pode-se obter uma maior produção de frutos assegurando níveis adequados de polinização na fase inicial de florescimento do meloeiro.

6.1. 5 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro em função da distância das colmeias em relação à área cultivada

Nas áreas de cultivo onde não havia colônias instaladas nas imediações (as mais próximas estavam a mais de 3,0 km de distância), o vingamento inicial de frutos nas plantas foi significativamente inferior ($\chi^2 = 10,21$, gl = 1, $P < 0,05$) ao nível de vingamento de frutos das áreas onde havia colônias a uma distância de 0,35 km do cultivo, como podemos verificar pelos dados da tabela 5.

Tabela 5 – Vingamento inicial dos frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função da distância de instalação das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). Acaraú – CE, 2001.

Distância das colmeias Para o plantio (km)	Número de flores	Vingamento inicial (7 dias)	Vingamento Inicial (%)
0,35	300	157 a	52,3
3,00	300	118 b	39,3

Valores seguidos por letras diferentes na coluna diferem a $P < 0,05$

As áreas onde as colmeias estavam a 0,35 km de distância apresentaram um maior nível de vingamento de frutos do que aquelas mais distantes, possivelmente porque suas flores foram visitadas por operárias de colmeias presentes nas áreas vizinhas, visto que as abelhas tendem a formar sua área de pastejo o mais próximo possível da colônia, conforme sugerido por SEELEY (1985) e FREE (1993). Já as áreas onde não existiam colmeias instaladas a menos de 3,0 km, tiveram o número de visitas em suas flores dependentes apenas da população de polinizadores existente na área experimental, que possivelmente não foi suficiente para atender as necessidades da cultura. Assim sendo, a presença de colônias de abelhas melíferas próximas às áreas cultivadas de melão pode favorecer um maior nível de vingamento de frutos.

6.2 – Comportamento de pastejo das abelhas melíferas nas flores do meloeiro.

6.2.1. - Frequência de abelhas pastejando nas flores do meloeiro

Os dados referentes ao pastejo das abelhas nas flores do meloeiro mostraram diferenças significativas ($F_{6, 63} = 482,7$, $P < 0,05$) entre os vários horários de observação ao longo do dia. As abelhas melíferas visitaram as flores do meloeiro durante todo o dia, não tendo sido observado nenhuma preferência por flores perfeitas ou estaminadas. Iniciaram suas visitas às 05:00 h, logo que as flores começam a se abrir, mantendo grande atividade nesse horário. Sua média foi três vezes superior a média da frequência de visitas às 07:00 h, momento em que se obteve a segunda maior média de visitas nas flores. Foram obtidas diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$) entre o horário 05:00 h e os demais, bem como entre o horário 07:00 h e o restante dos horários. O horário das 17:00 h apresentou a menor frequência de abelhas, mostrando uma clara diminuição no forrageamento de abelhas melíferas nas flores do meloeiro durante o decorrer do dia (Tabela 06). O coeficiente de variação foi de 18,04%.

Os resultados referentes à coleta de pólen nas flores do meloeiro mostraram-se semelhantes ($F_{6, 63}=655,3$, $P<0,05$) àqueles de frequência total de abelhas nas flores, apresentando uma elevada visitação às 05:00 h, diminuindo para, aproximadamente, um terço às 07:00 h. Contudo, a partir das 09:00 h observou-se uma forte tendência de redução no número de abelhas visitando as flores ao longo do dia, até que a atividade de coleta de pólen cessasse às 15:00 h, período a partir do qual não se observou a presença de coletoras de pólen. O horário das 05:00 h, apresentou a maior frequência média de coletoras de pólen, diferindo significativamente ($P<0,05$) dos demais horários. A segunda maior média foi obtida no horário 07:00 h, que apresentou diferença estatística significativa ($P<0,05$) com o restante dos horários de visitação. O coeficiente de variação foi de 21,03 %.

Os dados relativos à frequência de abelhas coletando apenas néctar nas flores do meloeiro, mostraram uma distribuição inversa àqueles referentes às frequências de coletoras de pólen ($F_{6, 63}=103,6$, $P<0,05$). As coletoras de néctar apresentaram-se em baixo número logo no início do dia, mas aumentando lentamente até ocorrer um equilíbrio entre o número de coletoras de pólen e coletoras de néctar nos horários de 09:00 h e 11:00 h. A partir deste momento, passou-se a observar uma proporção maior de coletoras de néctar, entre as abelhas que freqüentavam as flores do meloeiro. Os horários com maior frequência de abelhas coletoras de néctar foram 11:00 h e 15:00 h, que não diferiram entre si, mas apresentaram diferença estatística significativa ($P<0,05$) em relação aos demais horários. O coeficiente de variação foi de 21,15%.

Tabela 6 - Frequência média de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L) visitando as flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) ao longo do dia. Acaraú – CE, 2001.

Horários	Total de coletoras	Coletoras de pólen	Coletoras de néctar
05:00	303,1 ± 31,4 a	291,3 ± 31,8 a	11,8 ± 6,1 cd
07:00	100,3 ± 15,8 b	83,7 ± 12,8 b	16,6 ± 3,3 c
09:00	72,8 ± 6,1 c	46,4 ± 3,7 c	26,4 ± 3,5 b
11:00	50,9 ± 5,5 cd	12,7 ± 1,9 d	38,2 ± 4,2 a
13:00	36,7 ± 5,6 d	0,9 ± 1,4 d	35,8 ± 6,1 a
15:00	10,3 ± 2,9 e	0,0 ± 0,0 d	10,3 ± 2,9 d
17:00	1,8 ± 2,0 e	0,0 ± 0,0 d	1,8 ± 2,0 e

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

As abelhas melíferas apresentaram atividade de coleta de alimentos nas flores do meloeiro durante o decorrer do dia, concentrando-se no início da manhã, período onde inicia-se a antese e a deiscência das anteras, o que permitiu o acesso das abelhas ao néctar e pólen disponíveis nas flores. Os dados estão de acordo com FREE (1993), que observou em regiões quentes a ocorrência da abertura das flores do meloeiro logo no início da manhã, com a deiscência das anteras ocorrendo cerca de trinta minutos antes da antese. Semelhantemente, HOLANDA NETO et al. (2000 a) observaram em Paraipaba – CE que o principal período de visitação de *A. mellifera* às flores do meloeiro ocorreu durante as primeiras horas da manhã, com diminuição na frequência de visitação durante o decorrer do dia, o que também foi observado por DAG & EISIKOWTCH (1995), em estudos de polinização de meloeiros em Israel.

O elevado número de abelhas visitando as flores do meloeiro nos momentos de maior frequência, pode ser atribuído ao fato da vegetação nativa que se encontrava presente nas proximidades da área experimental apresentar baixa disponibilidade de néctar e pólen durante o período experimental, que coincidiu com a estação seca, período onde quase toda a vegetação nativa não emite inflorescências. Como a estação seca, que é o principal período de cultivo do meloeiro, coincidiu com a montagem e condução dos experimentos,

as abelhas encontraram poucas espécies nativas florescendo, utilizando as flores do meloeiros como a principal fonte de pólen para as colônias. Estudos conduzidos no Nordeste, estudando o fluxo de néctar e pólen em áreas de vegetação nativa, como os de FREITAS (1991) e SOUSA et al. (2000), confirmam a diminuição da oferta desses alimentos durante a estação seca, e indicam grande oferta de néctar e pólen durante a estação chuvosa, principalmente no período entre maio e julho. Nesta época chuvosa, provavelmente haveria dificuldades na manutenção de elevadas frequências de abelhas melíferas visitando as flores do meloeiro, devido à concorrência das plantas nativas, mas isso não constitui problema, haja vista que o meloeiro não é cultivado na região durante este período.

A forte atividade de coleta de pólen durante as primeiras horas da manhã teve como principal motivo o horário de abertura das flores, por volta das 05:00 h da manhã, o que está de acordo com HOLANDA NETO et al. (2000 b). Enquanto existiu pólen à disposição das abelhas nas anteras, a frequência de visitação manteve-se alta, decaindo rapidamente a partir das 09:00 h até cessar entre 13:00 h e 15:00 h, o que mostra uma preferência por parte das abelhas melíferas pela coleta de pólen nas flores do meloeiro.

A grande quantidade de crias presentes nas colmeias utilizadas no estudo também deve ter influenciado o comportamento de pastejo das abelhas, como já visto por WINSTON & FERGUSSON (1985), que indicaram a presença de crias, principalmente na fase larval, como um fator gerador de um forte estímulo para a atividade de coleta de pólen. O principal estímulo produzido pelas crias está relacionado com a produção e distribuição na população de operárias de determinados feromônios, que são produzidos em maior quantidade pelas larvas e exercem uma forte indução sobre as operárias forrageadoras, aumentando a proporção de coletoras de pólen (JAYCOX, 1970; FREE & WILLIAMS, 1971; SCOTT, 1986).

A atividade de coleta de néctar apresentou uma intensidade muito menor que a coleta de pólen sobre as flores do meloeiro, o que pode ser atribuído durante o início da manhã à preferência das abelhas pelo pólen, que estimuladas pela colônia, coletam avidamente esse recurso floral que é o principal ingrediente da alimentação das larvas (FREE, 1987). Com o decorrer do dia foram observados aumentos contínuos na frequência de abelhas coletando néctar até atingir o pico entre 11:00 h e 13:00 h, no entanto com

valores absolutos bem menores que os obtidos nos horários dos picos de coleta de pólen. Esse número relativamente pequeno de abelhas buscando néctar no meloeiro, provavelmente ocorreu devido à “concorrência” das plantas que formavam a vegetação existente nas vizinhanças, formada basicamente de cajueiros (*Anacardium occidentale* L.), os quais florescem no mesmo período do ano e constituem boa fonte de néctar, mas pobre de pólen. Além disso, o pico de visitação de *A. mellifera* ao cajueiro está entre 09:00 e 12:00 h (FREITAS, 1994; FREITAS & PAXTON, 1996).

6.2.2 - Frequência de coletoras de néctar e pólen no alvado das colmeias

Os dados referentes à frequência de coletoras de néctar e pólen no alvado das colmeias mostraram diferenças significativas ($F_{6, 63}=196,5$, $P<0,05$) entre os vários horários de observação ao longo do dia. Os dados obtidos apresentaram grande semelhança com a frequência de abelhas nas flores do meloeiro, principalmente nos dois primeiros horários de observação, 05:00 h e 07:00 h. Não houve diferença estatística entre esses horários, mas eles diferiram significativamente ($P<0,05$) dos demais horários (09:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h e 17:00 h). O horário de observação 17:00 h apresentou o menor fluxo de abelhas (Tabela 07). O coeficiente de variação foi de 12,1%.

O número de coletoras de pólen regressando do campo foi maior no horário de 05:00 h e apresentou diferença significativa ($F_{6, 63}=688,5$, $P<0,05$) com as médias dos outros horários de observação. Ocorreu uma grande diminuição no número de coletoras de pólen chegando à colméia a partir das 11:00 h, cessando completamente as 13:00 h (Tabela 07). O coeficiente de variação foi de 16,38%.

As colmeias observadas mostraram uma pequena atividade de prováveis coletoras de néctar no início da manhã, com a menor frequência registrada no horário 05:00 h, tendo sua intensidade aumentada no decorrer do dia até o atingir o pico de atividade no horário de 11:00 h, apresentando diferença significativa ($F_{6, 63}= 92,2$, $P<0,05$) com o restante dos horários de observação. O coeficiente de variação foi de 15,88%.

Tabela 7 - Frequência média de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) retornando do campo na entrada das colmeias ao longo do dia. Acaraú – CE, 2001.

Horários	Total de coletoras	Coletoras de pólen	Coletoras de néctar
05:00	111,6 ± 12,3a	104,3 ± 10,4a	7,3 ± 4,3d
07:00	113,5 ± 11,7a	83,8 ± 7,5b	28,7 ± 5,0c
09:00	78,4 ± 7,1b	37,5 ± 5,5c	40,9 ± 4,7b
11:00	60,0 ± 5,7c	2,5 ± 2,4d	57,5 ± 6,5a
13:00	43,3 ± 6,5d	0,5 ± 0,7d	42,8 ± 7,1b
15:00	40,0 ± 5,2d	0,2 ± 0,4d	39,8 ± 5,4b
17:00	21,2 ± 4,2e	0	21,2 ± 4,2c

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

A entrada de néctar e pólen nas colmeias seguiu um padrão semelhante ao de coleta nas flores, com as maiores frequências ocorrendo no início da manhã. Esta relação pode ser considerada como um forte indício do uso da área cultivada como pasto definido pelas abelhas para coleta de alimentos.

Os maiores picos de frequência de abelhas nas flores no início da manhã tiveram como atividade predominante a coleta de pólen, demonstrando que o principal atrativo do meloeiro é a massa de pólen que fica a disposição das abelhas logo que inicia-se a antese das flores. Isso coincide com a deiscência das anteras. O comportamento de coletar pólen, com maior intensidade no início da manhã, é comum em colônias populosas e com boa quantidade de crias, principalmente larvas. Elas produzem um forte estímulo sobre as abelhas campeiras, aumentando a coleta deste recurso floral (FREE, 1987). Como o pólen está disponível nas flores do meloeiro a partir do início de sua abertura, a atividade forrageadora torna-se intensa logo no início do dia. O que pode explicar a pequena frequência observada de coletoras de néctar retornando à colônia no início da manhã.

Mesmo com o aumento na proporção de coletoras de néctar, até atingir o pico por volta das 11:00 h da manhã, as frequências obtidas foram muito inferiores àquelas

observadas durante os horários de pico das coletoras de pólen. Segundo GARY et al. (1978), o néctar do meloeiro não constitui uma fonte de néctar muito atrativa para as abelhas melíferas, preferindo coletar pólen. Segundo SHUEL (1989), a atratividade das flores para abelhas melíferas é determinada pelo volume de néctar produzido, pela concentração de açúcares no néctar, ou ambos. Além disso, havia plantas nectaríferas em florescimento nas áreas vizinhas, como é o caso do Cajueiro (*Anacardium occidentale*), onde foi observada visitação de *A. mellifera* a partir das 09:00 h. Dados semelhantes foram obtidos por FREITAS & PAXTON (1996), quando observaram visitação de abelhas melíferas em suas panículas coletando néctar entre 09:00 h e 12:00 h da manhã.

6.2.3 - Tempo gasto por visita das coletoras de néctar e pólen

O tempo gasto por cada abelha para visitar uma flor do meloeiro (n = 200 flores) variou de 2,0 a 34,3 segundos, com média de $13,18 \pm 9,29$ segundos. De acordo com o tipo de alimento coletado pelas abelhas, o tempo de permanência nas flores apresentou uma grande variação, sendo observada diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre as médias dos tempos gastos para a coleta de pólen e néctar.

A coleta do pólen foi a atividade que manteve as abelhas mais tempo no interior das flores, com média de $21,32 \pm 6,09$ segundos, variando entre o mínimo de 12,2 segundos e o máximo de 34,3 segundos, como pode ser observado na Tabela 8. Para coletar o néctar as abelhas gastaram menos tempo, mantendo-se em média $5,03 \pm 1,57$ segundos nas flores, gastando no mínimo 2,0 segundos e no máximo 7,8 segundos, como pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 8 - Intervalo de classe e distribuição do tempo gasto por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em cada visita às flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) coletando pólen. Acaraú – CE, 2001.

Tempo (s)	N	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
12,2 – 13,0	11	11	11
>13,0 – 16,0	20	20	31
>16,0 – 19,0	21	21	52
>19,0 – 22,0	11	11	63
>22,0 – 25,0	10	10	73
>25,0 – 28,0	12	12	85
>28,0 – 31,0	11	11	96
>31,0	4	4	100.00
Total	100	100.00	–

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

Tabela 9 - Intervalo de classe e distribuição do tempo gasto por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em cada visita às flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) coletando néctar. Acaraú – CE, 2001.

Tempo (s)	N	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada
2,00 – 2,73	9	9	9
>2,73 – 3,45	11	11	20
>3,45 – 4,18	8	8	28
>4,18 – 4,90	19	19	47
>4,90 – 5,63	15	15	62
>5,63 – 6,35	14	14	76
>6,35 – 7,08	13	13	89
>7,08 – 7,80	11	11	100.00
Total	100	100.00	–

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

A grande diferença observada entre o tempo gasto pelas abelhas durante as atividades de coleta de pólen e néctar pode ser explicado devido o tempo demandado para a retirada da massa de pólen presente nas anteras das flores do meloeiro. Durante a coleta do pólen, as abelhas pousaram no interior da flor de forma que a sua região ventral fique apoiada sobre as estruturas reprodutivas, com os membros anteriores raspam os grãos de pólen presentes sobre a superfície das anteras lançando-os sobre o próprio corpo, principalmente a região ventral, onde o pólen adere aos pêlos. Posteriormente, estes são retirados através dos membros medianos e arrumados nos membros posteriores na forma de pequenas “cargas” fixadas na tíbia, o que demanda mais tempo do que a coleta de néctar. Esse comportamento também é descrito por WINSTON (1991a) e FREE (1993).

A coleta de néctar se processou de forma mais rápida, com a abelha pousando sobre as pétalas e rapidamente dirigindo sua língua até os nectários para sugar todo o néctar disponível. FAVERO et al. (2002), também observaram períodos de permanência menores para coletoras de néctar, durante o acompanhamento da atividade de pastejo de abelhas melíferas nas flores de melão rendilhado conduzido em sistema de hidroponia, em Jaboticabal-SP. Segundo PERCIVAL (1955) e WINSTON (1991a), o período de permanência durante as atividades de coleta depende da quantidade das recompensas florais, néctar e pólen, a disposição nas flores. Dessa forma, talvez o híbrido estudado apresente uma baixa produção de néctar, o que demandaria pouco tempo para que as abelhas recolhessem a quantidade disponível dessa recompensa.

6.2.4 - Número mínimo médio de flores visitadas em uma viagem de coleta

O número mínimo de flores do meloeiro visitadas pelas abelhas em uma viagem variou de 11 a 39 flores, sendo a média de $25,85 \pm 7,07$ ($n = 237$) flores visitadas na área cultivada (Tabela 10).

Tabela 10 - Intervalo de classe e número de flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) visitadas pelas abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) em uma viagem. Acaraú – CE, 2001.

Intervalo de classe	N	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
11 – 14	12	5,10	5,10
>14 – 18	36	15,2	20,3
>18 – 22	32	13,5	33,8
>22 – 26	40	16,8	50,6
>26 – 30	46	19,4	70,0
>30 – 34	39	16,5	86,5
>34 – 38	27	11,4	97,9
>38 – 42	5	2,10	100,00
Total	237	100,00	—

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

O número médio de visitas feitas por uma coletora, durante uma viagem sobre as flores do meloeiro, mostra que as abelhas apresentaram constância na atividade forrageira. Tal comportamento é caracterizado por uma tendência das colônias de abelhas melíferas de se manterem explorando uma única espécie fornecedora de néctar ou de pólen, durante uma parte do dia ou um determinado período (ROBINSON *et al.*, 1989). Segundo FAEGRI & PIJL (1979), isto pode ocorrer com abelhas melíferas, tipicamente poliléticas, quando o recurso em questão apresenta-se disponível apenas em uma espécie vegetal, ou devido a alguma característica específica do recurso floral, que torne a exploração de uma única espécie uma vantagem para a colônia de abelhas.

6.2.5 - Número de visitas recebidas por flor

As flores do meloeiro receberam entre zero e cinco visitas de abelhas melíferas durante um período de quinze minutos, observados entre as 05:00 h e 07:00 h. O número de visitas recebidas por flor apresentou média de $2,33 \pm 1,22$ ($n = 80$ flores).

Tabela 11- Número de visitas de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) recebidas por flores de meloeiro (*Cucumis melo* L.) durante o período de 15 minutos. Acaraú – CE, 2001.

Visitas	N	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
0	03	3.75	3.75
1	16	20.00	23.75
2	30	37.50	61.25
3	18	22.50	83.75
4	08	10.00	93.75
5	05	6.25	100.00
Total	80	100.00	—

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

Considerando-se a média de visitação obtida, cada flor do meloeiro deve receber em torno de dezenove visitas de abelhas melíferas entre 05:00 h e 07:00 h, número superior às dez visitas por flor preconizadas por Mc GREGOR (1976) como suficientes para a obtenção de bons índices de polinização.

No horário observado, mais de 90% das visitas tinha como objetivo a coleta do pólen, atividade considerada por JAY (1986) e FREE (1993), como mais eficiente na transferência dos grãos de pólen das anteras para os estigmas, particularmente no caso do meloeiro. Além do mais, os estigmas, provavelmente, apresentavam-se receptivos e os

grãos de pólen viáveis logo após o início da antese (Mc GREGOR et al., 1965; NANDPURI & BRAR, 1966), momento em que foi iniciado o registro da frequência de visitas por flor.

6.2.6 – Retirada de Pólen das Flores

Uma intensa atividade de coleta de pólen nas flores do meloeiro pelas abelhas melíferas foi observada entre as 05:00 e 07:00 h. Todas as flores observadas ($n = 350$) que se encontravam abertas à visita das abelhas neste horário perderam a massa de grãos de pólen que recobria a superfície das anteras, graças ao intenso trabalho das campeiras.

As flores que foram isoladas apresentaram, em sua totalidade, a massa de grãos de pólen intacta sobre a superfície das anteras, não havendo aparentemente diferenças entre aquelas isoladas através de um saco de tela ($n = 50$) e aquelas completamente fechadas, envolvidas por uma cápsula plástica ($n = 50$).

A grande atividade referente à coleta de pólen pelas abelhas nas flores do meloeiro durante as primeiras horas da manhã, provavelmente, está relacionada com a disponibilidade de pólen nas flores logo que ocorre a sua abertura, bem como, a necessidade das colônias por pólen. Colônias populosas, como as que foram introduzidas na área cultivada, demandam uma quantidade relativamente grande de pólen, chegando a consumir até 33 kg durante um ano (WINSTON, 1991a). Segundo FREE (1987), a atividade de coleta de pólen nas colônias é proporcional à quantidade de crias presentes em seu interior. Considerando que as colônias utilizadas nos experimentos possuíam no mínimo seis quadros de cria, certamente havia uma grande demanda por pólen.

6.3 – Número de colônias por hectare em áreas cultivadas com melão.

6.3.1 - Frequência de abelhas nas flores em função do número de colméias instaladas por hectares da cultura do melão

Houve diferença significativa na frequência de abelhas melíferas nas flores em função dos tratamentos ($F_{3, 7} = 119,6$; $P < 0,05$), que foi proporcional ao número de colônias instaladas por hectare. De acordo com os dados obtidos o tratamento 6 colônias por hectare mostrou-se superior aos demais em todos os horários observados, exceto no horário de 15:00 h onde a diferença em relação ao tratamento 4 colônias por hectare não foi significativa e no horário de 17:00 h, não apresentando diferença também comparado ao tratamento 2 colônias por hectare (Tabela 12).

Os tratamentos com 2 e 4 colônias por hectare não apresentaram diferença estatística significativa ($P > 0,05$) mostrando-se equivalentes durante os horários observados, exceto as 11:00 h, quando a diferença obtida foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$).

O tratamento em que não foram introduzidas colônias na área cultivada apresentou a menor frequência durante todos os períodos observados, sendo significativamente diferente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos em quase todos os horários observados, exceto as 15:00 h e 17:00 h, quando não apresentou diferença estatística significativa com o tratamento 2 colônias por hectare.

Os coeficientes de variação para os horários de 05:00 h, 07:00 h, 09:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 e 17:00 h são, respectivamente: 7,96%, 7,08%, 12,73%, 6,50%, 8,82%, 16,93% e 42,81%.

Tabela 12 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do número de colônias instaladas por hectare. Acaraú – CE, 2001.

Colmeias/ha	Nº de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
6 colmeias	610,0 ± 38,2a	184,0 ± 11,3a	120,0 ± 12,7a	86,0 ± 4,2a	54,0 ± 4,2a	19,5 ± 2,1a	12,0 ± 4,2a
4 colmeias	443,0 ± 39,6b	114,0 ± 7,1b	88,5 ± 13,4ab	69,0 ± 4,2b	40,5 ± 2,1b	15,5 ± 2,1ab	7,5 ± 2,1ab
2 colmeias	328,0 ± 15,6b	93,0 ± 5,7b	68,5 ± 2,1b	51,5 ± 3,5c	38,5 ± 3,5b	9,5 ± 2,1bc	4,5 ± 2,1ab
0 colmeias	76,0 ± 9,9c	26,0 ± 2,8c	17,5 ± 2,1c	12,0 ± 1,4d	5,0 ± 1,4c	2,0 ± 1,4c	0,5 ± 0,7b

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

As diferenças entre os tratamentos observados na intensidade de visitação das abelhas melíferas às flores, deve ter tido como principal razão o aumento artificial na quantidade de abelhas forrageadoras, conseguido através da introdução das colônias na área estudada. BURGETT et al. (1993) obteve aumentos no número de forrageadoras numa proporção de dez mil abelhas por cada colônia introduzida.

Em todos os tratamentos as maiores frequências foram obtidas no horário de 05:00 h, o que deve estar relacionado com a antese das flores que ocorre neste horário, fato também observado por HOLANDA-NETO et al. (2000a). Outro fator que deve ter contribuído para os níveis de visitação observados foi a grande população presente nas colônias, que foram desenvolvidas observando-se os padrões para o serviço de polinização, segundo MATHESON (1991).

Existe uma preferência pela coleta de pólen no início da manhã, o que pode ser explicado pela disponibilidade desse alimento, pois a deiscência das anteras ocorre nesse período (LACKEY, 2003).

As diferenças obtidas no número de abelhas forrageando sobre as flores do meloeiro, mostraram que ocorre um aumento efetivo na população de polinizadores proporcional a quantidade de colônias instaladas na área cultivada.

6.3.2 – Vingamento inicial de frutos em função do número de colmeias instaladas por hectare (Tabela 13)

Houve diferença estatística significativa no vingamento inicial de frutos em função dos tratamentos aplicados ($\chi^2 = 215,98$, gl = 3, $P < 0,05$). De acordo com os dados obtidos, os tratamentos com 6 e 4 colmeias por hectare apresentaram maior número de frutos vingados, entre os quais não foi observada diferença estatística significativa ($P > 0,05$); Contudo, ambos diferiram significativamente ($P < 0,05$) de 0 e 2 colônias por hectare, com vingamentos iniciais maiores. Também foi observado maior vingamento de frutos significativamente maior ($P < 0,05$) no tratamento com 2 colônias por hectare, quando comparado com o testemunha (0 colmeia/ha), que apresentou menor número de frutos vingados.

Tabela 13 – Vingamento inicial de frutos no meloeiro (*Cucumis melo* L.) de acordo com o número de colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) introduzidas por hectare. Acaraú – CE, 2001.

Nº de colmeias por hectare	Número de flores	Vingamento inicial	
		(7 dias)	(%)
0	200	61 c	30,5
2	200	135 b	67,5
4	200	176 a	88,0
6	200	181 a	90,5

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

O aumento do número de colônias instaladas nas áreas cultivadas resulta em maiores frequências de abelhas melíferas forrageando sobre as flores do meloeiro. Isso pode ter favorecido a transferência de grãos de pólen entre as flores, bem como a sua deposição sobre os estigmas com consequente aumento no vingamento de frutos, conforme preconizado por Mc GREGOR et al. (1965); CRANE & WALKER (1984); FREE (1993); MORSE & CALDERONE (2000).

Para as condições da área experimental, o número de frutos vingados aumentou proporcionalmente com o aumento no número de colmeias instaladas, deixando de apresentar diferenças significativas a partir de 4 colmeias por hectare.

6.3.3 – Produção de frutos em função do número de colônias instaladas por hectare da cultura do melão

Houve diferença significativa na produção total de frutos em função dos tratamentos ($F_{3, 12} = 83,3$; $P < 0,05$), tendo esta aumentado proporcionalmente ao número de colmeias instaladas nas áreas cultivadas. O tratamento onde se observou a maior produção foi o de 6 colmeias por hectare, seguido pelo tratamento 4 colmeias por hectare, que não apresentaram diferença estatísticas entre si. Os tratamentos com as menores produções foram 2 colmeias por hectare e 0 colmeia por hectare, que diferiram dos anteriores e também entre si ($P < 0,05$) (Tabela 14). O coeficiente de variação para esta variável foi de 5,52%.

Considerando a produção de frutos tipo exportação, os tratamentos também diferiram entre si ($F_{3, 12} = 70,3$; $P < 0,05$). Os tratamentos 2, 4 e 6 colmeias por hectare apresentaram maior proporção de frutos tipo exportação, não diferindo entre si, mas apresentando diferença estatística significativa com o testemunha ($P < 0,05$). O coeficiente de variação observado foi de 6,52 %.

Houve diferenças significativas ($F_{3, 12} = 14,9$; $P < 0,05$) entre os tratamentos no que diz respeito à produção de frutos com características para o mercado nacional. Os

tratamentos com 6 e 4 colmeias por hectare apresentam resultado superior, não apresentando diferença estatística entre si, mas diferiram estatisticamente dos demais ($P < 0,05$), que também não diferiram entre si. O coeficiente de variação observado foi de 14,03 %.

Tabela 14 – Produção de frutos de melão (*Cucumis melo*) em função do número de colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) instaladas por hectare. Acaraú – CE, 2001.

Número de colmeias por hectare	Produção Total (kg)	Produção tipo exportação (kg)	Produção tipo mercado nacional (kg)
0	13.160 ± 607,5 c	6.058 ± 382,7 b	7.105 ± 293,6 b
2	18.830 ± 1.168,5 b	11.150 ± 993,8 a	7.680 ± 1.414,6 b
4	22.890 ± 1.091,2 a	11.860 ± 552,4 a	11.040 ± 1.638,2 a
6	24.280 ± 1.360,7 a	11.830 ± 582,6 a	12.480 ± 1.566,8 a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

O número de colmeias instaladas na área de cultivo representou um aumento artificial no número de polinizadores, no caso, abelhas melíferas. Cada colônia com o padrão populacional recomendado para serviços de polinização confere um acréscimo mínimo de 10.000 abelhas forrageadoras, com atividade de coleta nas proximidades da área onde a colméia for instalada (BURGETT, 1993).

Dessa forma, a maior produção de frutos nos tratamentos onde foram instaladas 4 e 6 colmeias por hectare, estaria relacionada com o aumento no número e na frequência de coletoras nas flores do meloeiro, aumentando a troca de pólen entre as flores, a quantidade de pólen recebida por flor e o vingamento de frutos. Assim sendo, o uso de 4 colméias por hectare foi suficiente para otimizar a polinização do meloeiro na área estudada.

O tratamento com 2 colmeias por hectare apresentou resultados intermediários, com produção superior à área onde não foram introduzidas colmeias, o que mostra a importância da quantidade de polinizadores adicionais nas áreas cultivadas com melão. CELLI & GIORDANI (1981), obtiveram aumento na produção de frutos quando introduziram colmeias em cultivos de melão, e LEMASSON (1987) relacionou o aumento na produção com o número e peso dos frutos, quando ocorreu a introdução de colmeias nas áreas cultivadas.

O número de colmeias por hectare necessárias para que se obtenha bons níveis de polinização na cultura do melão apresenta uma grande variação, indo de 0 colmeia/ha até 3 colmeias/ha, de acordo com a região onde a cultura é plantada (MOUZIN et al., 1980; CLEMSON, 1981; GOEBEL, 1984). Visto a importância da frequência de abelhas nas flores para a produção de frutos, é provável que cada área cultivada determine a necessidade da cultura em termos de número de colônias por hectare, a partir do nível de polinização que a área ofereça no período de cultivo. O nível de polinização natural existente em uma determinada área está relacionado com vários fatores que influenciam no nível populacional de várias espécies de polinizadores ali existentes, como: a intensidade de uso do solo, área explorada, proximidade de áreas nativas, uso de produtos químicos, dentre outros (Mc GREGOR 1976).

6.4 – Distribuição das colônias em áreas cultivadas com melão

6.4.1 – Frequência de abelhas nas flores do meloeiro em função da distribuição das colônias na área cultivada

A frequência de abelhas nas flores do meloeiro em função da distribuição das colônias na área cultivada apresentou o mesmo padrão verificado em outros experimentos de frequência apresentado neste trabalho. Isto é, uma grande presença de abelhas nas flores no início do dia, entre 05:00 e 07:00 h, com queda progressiva ao longo do período, chegando ao final da tarde com uma frequência baixa de campeiras nas flores do meloeiro. No entanto, diferentemente dos experimentos anteriores, não foram obtidas diferenças estatísticas significativas ($F_{1,3} = 0,285$; $P > 0,05$) na frequência de abelhas às flores de melão ao longo do dia, em função da distribuição das colônias na linha central do cultivo ou em uma linha lateral a 30 m de distância da borda da área cultivada (Tabela 15).

Muitos autores como Mc GREGOR (1976), JAY (1986) e FREE (1993), sugerem que colônias utilizadas para polinização devem ser distribuídas de forma homogênea dentro da área cultivada para a manutenção do máximo de campeiras nas flores da cultura. Isto se explica em razão de que as abelhas melíferas mantêm maior intensidade de pastejo em áreas mais próximas do ninho, havendo uma diminuição no número de abelhas com a distância das flores à colônia (WINSTON, 1991a). Contudo, não foi observada diferença significativa na frequência de abelhas nas flores entre áreas com colônias instaladas no seu interior e áreas com colônias instaladas ao lado, distantes aproximadamente 30 metros. Mesmo as abelhas das colônias mais distantes mantiveram-se nas flores do meloeiro, provavelmente porque não encontraram nenhuma fonte de pólen que fosse mais vantajosa nas proximidades, o que é uma estratégia de forrageamento utilizada pelas abelhas melíferas para a obtenção de alimentos (SEELEY, 1985).

Aparentemente, o fator nutricional teve muita importância na determinação do comportamento de pastejo, haja vista que as colônias utilizadas apresentavam grande áreas de cria aberta, o que aumentou a necessidade de pólen e gerou um elevado percentual de coletoras de pólen em atividade nas flores do meloeiro, o que está de acordo com FREE

(1987), que alega ser a presença de grande quantidade de larvas no interior da colônia o principal estímulo para aumentos na atividade de coleta de pólen.

Tabela 15 - Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função da distribuição das colônias na área cultivada. Acaraú – CE, 2001.

Distribuição das colmeias	Nº de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Linha central	304,5 ± 9,2a	118,0 ± 12,7a	73,5 ± 6,4a	55,5 ± 3,5 ^a	37,5 ± 2,1a	10,5 ± 2,1a	1,5 ± 2,1a
Ao lado	310,0 ± 11,3a	108,0 ± 13,4a	70,5 ± 2,1a	51,5 ± 3,5 ^a	32,5 ± 3,5a	12,5 ± 2,1a	1,5 ± 0,7a

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

6.4.2 – Vingamento inicial de frutos em função da distribuição das colmeias na área cultivada

O vingamento inicial de frutos do meloeiro nas áreas onde as colmeias foram distribuídas na linha central de plantio não apresentou diferença estatística significativa com o vingamento inicial de frutos em área onde as colmeias foram distribuídas em linhas ao lado do cultivo ($\chi^2 = 0,821$, gl = 1, $P > 0,05$).

Tabela 16 - Vingamento inicial de frutos do meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função da distribuição das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) na área cultivada. Acaraú – CE, 2001.

Distribuição das Colmeias	Número de flores por tratamento	Vingamento inicial (7 dias)	Vingamento (%)
Linha central	200	143 a	71,5
Linha lateral	200	151 a	75,5

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

O vingamento inicial de frutos apresentou padrão semelhante para os dois tratamentos. Como a instalação das colmeias fora da área cultivada não resultou em nenhum prejuízo referente à atividade de coleta das abelhas nas flores, provavelmente o número de visitas e o seu efeito sobre a deposição de pólen sobre os estigmas das flores foi semelhante ao das áreas com abelhas dentro do cultivo, o que não causou diferenças significativas no número de frutos produzidos. Isso se explica porque existe uma relação direta entre o número de visitas, a deposição de grãos de pólen sobre os estigmas e o vingamento dos frutos (Mc GREGOR et al., 1965; MUSSEN & THORP, 2003).

Dessa forma, é indiferente a instalação de colmeias no interior ou ao lado da área cultivada, no que diz respeito ao vingamento inicial de frutos. É importante salientar que, no caso de cultivos em períodos em que ocorram plantas nativas em florescimento nas vizinhanças, a manutenção das colmeias dentro da área cultivada poderá trazer vantagens, pois a distância das fontes alimentares é um fator importante no momento em que as abelhas “elegem” a área a ser explorada (JAY, 1986; FREITAS, 1995b). Por outro lado, a colocação de colônias fora da área cultivada facilita a realização dos tratamentos culturais.

6.4.3 – Produção de frutos (kg) em função da distribuição das colônias

Não foi obtida diferença estatística significativa na produção de frutos ($F_{1, 6} = 2,64$; $P > 0,05$) entre os tratamentos com colônias distribuídas na linha central de plantio e àquelas dispostas em linhas laterais distanciadas em 30 m da área cultivada (Tabela 17). O coeficiente de variação foi de 5,33%.

Também não foi obtida diferença estatística significativa ($F_{1, 6} = 0,131$; $P > 0,05$) na produção de frutos destinados à exportação, entre os tratamentos com distribuição das colônias dentro e fora da área cultivada. O coeficiente de variação foi de 5,15%.

Da mesma forma que nos casos anteriores, a proporção de frutos destinados ao mercado interno obtida com a distribuição das colmeias na linha central de plantio não apresentou diferença estatística significativa ($F_{1, 6} = 1,938$; $P > 0,05$) com a quantidade de frutos obtida quando as colmeias foram distribuídas na lateral da área cultivada. O coeficiente de variação obtido foi de 11,93%.

Tabela 17 – Produção de frutos (kg) em função da distribuição das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) na cultura do melão (*Cucumis melo*). Acaraú – CE, 2001.

Distribuição das colmeias.	Produção Total (kg)	Produção tipo exportação (kg)	Produção tipo mercado nacional (kg)
Linha central	19.969,0 ± 1.141,7 a	8.282,5 ± 412,8 a	11.686,5 ± 1.402,6 a
Linha lateral	18.782,7 ± 910,8 a	8.392,5 ± 445,6 a	10.390,2 ± 1.225,0 a

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a P < 0,05

A localização das colmeias nas proximidades da área de cultivo não apresentou diferenças significativas na produção de frutos, mostrando que a retirada das colmeias do interior da área cultivada não trará prejuízos referentes à diminuição do nível de polinização necessário, mas pode facilitar a aplicação dos tratamentos culturais devido não existir risco de ataques pelas abelhas.

A produção de frutos, nas condições experimentais, não foi influenciada pela localização das colônias. Como a frequência de visitação foi semelhante entre os dois tratamentos, é provável que as flores tenham recebido níveis de polinização equivalentes. Vários autores já demonstraram a relação direta existente entre os níveis de polinização e a produção de frutos (MC GREGOR, 1976; FREE & WILLIAMS, 1977; JAY, 1986; FREE, 1993). Dessa forma, a proximidade na produção de frutos nas duas situações teve como principal razão o fato das duas áreas terem recebido níveis equivalentes de polinização.

Como os experimentos foram conduzidos durante a estação seca, período em que existe uma baixa disponibilidade de néctar e pólen na região (FREITAS, 1996), as abelhas devem ter escolhido a área cultivada como área de pastejo, mantendo assim bons níveis de frequência.

6.5 – Período de introdução das colônias

6.5.1 – Frequência de abelhas às flores do meloeiro em função do período de introdução das colônias

Não houve diferenças estatísticas significativas ($F_{2,7} = 26,05$; $P < 0,05$) referentes à frequência das abelhas melíferas visitando as flores do meloeiro nos horários: 05:00 h, 07:00 h, 09:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h e 17:00 h, em função dos períodos de introdução das colônias aos 23, 28 e 33 dias após a germinação da cultura (Tabela 18).

A frequência semelhante das abelhas às flores de melão em diferentes momentos do ciclo da cultura sugerem que, a partir do momento do surgimento das primeiras flores, e indiferentemente da relação estaminadas/perfeitas, as abelhas visitam o meloeiro em busca de alimento e podem transferir os grãos de pólen entre as flores. Assim, sua frequência na área não deve influenciar em possíveis diferenças de produtividade da cultura em função do período de introdução das colônias. Como haviam poucas opções de floradas fora da área cultivada, parte das campeiras não puderam partir em busca de outras espécies vegetais nas vizinhanças, conforme costumam fazer em busca de fontes de alimento mais compensadoras (SEELEY, 1985; ROUBIK, 1989; WINSTON, 1991 a).

Tabela 18 - Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo*) em função do período de introdução das colônias. Acaraú – CE, 2001.

Período de Introdução (dias)	N ⁰ de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
23	304,5 ± 10,6ab	92,5 ± 4,9ab	74,0 ± 1,4ab	56,0 ± 4,2a	39,5 ± 2,1a	9,5 ± 0,7a	2,5 ± 2,1a
28	348,0 ± 9,9a	107,5 ± 6,4ab	79,5 ± 2,1a	54,0 ± 4,2a	40,5 ± 2,1a	25,0 ± 0,7a	1,5 ± 2,1a
33	345,0 ± 8,5a	114,5 ± 9,2a	78,0 ± 1,4ab	55,5 ± 4,9a	41,5 ± 2,1a	20,0 ± 1,4a	2,0 ± 1,4a

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

6.5.2 – Vingamento inicial em função do período de introdução das colônias

Houve diferença estatística significativa ($\chi^2 = 12,16$, gl = 2, $P > 0,05$) para vingamento inicial de frutos em função dos tratamentos. O vingamento inicial de frutos apresentou os melhores índices no tratamento onde as colmeias foram introduzidas mais cedo, o período de introdução aos 23 dias apresentou vingamento inicial significativamente maior ($P < 0,05$) do que os demais períodos.

O período de introdução aos 23 dias não apresentou diferença estatística significativa com o período de introdução aos 28 dias, mas diferiu significativamente ($P < 0,05$) do período de introdução aos 33 dias.

Não foi observada diferença estatística significativa entre os períodos de introdução aos 28 e 33 dias.

Tabela 19- Vingamento inicial de frutos no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do período de introdução das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). Acaraú – CE, 2001.

Período de Introdução (dias)	Número de flores	Vingamento inicial (7 dias)	Vingamento inicial (%)
23	200	148 a	74,0
28	200	121 ab	60,5
33	200	108 b	54,0

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

As primeiras flores perfeitas produzidas pelo meloeiro tendem a apresentar índice de vingamento superior às subseqüentes, visto que dispõem de fornecimento pleno de nutrientes pelas plantas (MANN, 1953; PEDROSA & FÁRIA, 1992), o que pode explicar o fato das produções superiores obtidas pelo tratamento onde as colônias foram introduzidas no início do florescimento do meloeiro. Para o restante dos tratamentos, o percentual de vingamento de frutos foi diminuindo de acordo com o avanço no ciclo da cultura. O tratamento com menor taxa de vingamento inicial foi o período de introdução aos 33 dias, que apresentava um grande número de flores e frutos em diversas fases de desenvolvimento, o que pode causar altos níveis de abortamento de flores, bem como limitar o desenvolvimento de frutos (KATO, 1997; DUARTE et al., 2001).

Portanto, o índice de vingamento de frutos diminui com o decorrer do ciclo do meloeiro, obtendo-se os melhores níveis com as primeiras flores perfeitas.

6.5.3 – Peso individual (g) e número de sementes dos frutos em função do período de introdução das colônias

Foram observadas diferenças estatísticas significativas ($F_{2,76} = 25,65$; $P < 0,05$) referentes à média dos pesos dos frutos em função do período de introdução das colônias. O período de introdução aos 23 dias obteve a maior média de peso para os frutos e apresentou diferença estatística significativa em relação aos demais períodos. O peso médio dos frutos provenientes de áreas que receberam colmeias aos 28 dias do ciclo da cultura foi superior ao peso médio dos frutos provenientes de áreas onde as colmeias foram introduzidas aos 33 dias, apresentando diferença estatística significativa ($P < 0,05$) (Tabela 20). O coeficiente de variação obtido foi de 18,27%.

Os dados referentes ao número de sementes dos frutos produzidos não apresentaram diferença estatística significativa ($F_{2,76} = 0,928$; $P > 0,05$) entre os períodos de introdução das colmeias nos cultivos de melão.

Tabela 20 - Peso (g) e número de sementes dos frutos de melão (*Cucumis melo*) em função do período de introdução das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). Acaraú – CE, 2001.

Período de introdução das colmeias (dias)	Número de frutos por tratamento	Peso dos frutos (g)	N ^o de Sementes/Fruto
23	20	1.980,0 ± 298,2a	552,3 ± 19,1a
28	20	1.570,0 ± 324,3b	549,4 ± 18,7a
33	20	1.245,6 ± 327,0c	543,2 ± 22,1a

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

No tratamento onde as abelhas tiveram acesso às flores da base do caule, como aos 23 dias, os frutos apresentaram maior peso. Como já discutido anteriormente, o fato da não ocorrência de uma grande quantidade de flores e nem frutos em desenvolvimento, deve ter favorecido o maior desenvolvimento dos frutos, principalmente devido a fatores relacionados com a disponibilidade de nutrientes na planta (MANN, 1953). O tratamento com introdução aos 28 dias apresentou frutos com peso médio intermediário, provavelmente devido à fase do ciclo da planta em que os frutos desenvolveram. No tratamento com introdução das colmeias aos 33 dias foram obtidos frutos com peso médio significativamente inferior aos tratamentos anteriores. Nessa fase, todos os frutos foram desenvolvidos a partir de flores localizadas nos ramos secundários, não havendo condições para um crescimento intenso, e mostrando que apenas o fator polinização não responsável pelo número e tamanho dos frutos, visto que a frequência de visitação superior deveria ter apresentado melhores resultados, como sugere LEMASSON (1987).

6.5.4 – Produção total de frutos (kg) em função do período de introdução das colônias

Houve diferença estatística significativa ($F_{2,12}= 34,15$; $P<0,05$) para a produção total de frutos nos três períodos de introdução das colônias, em relação ao ciclo da cultura do melão. O tratamento que proporcionou a maior produção foi a introdução de colmeias aos 23 dias que diferiu estatisticamente ($P<0,05$) de todos os outros tratamentos. Os tratamentos com introdução de colmeias aos 28 dias e 33 dias não apresentaram diferença estatística entre si. O coeficiente de variação foi de 5,31%. Também foi constatada diferença estatística significativa ($F_{2,12}= 123,53$; $P<0,05$) para a produção de frutos tipo exportação de acordo com o tratamento ($P<0,05$). O período de introdução que propiciou maior quantidade de frutos foi o de 33 dias que diferiu estatisticamente ($P<0,05$) dos demais. Seguido pelo período de introdução aos 23 dias que apresentou diferença estatística significativa ($P<0,05$) com o período de introdução aos 28 dias (Tabela 21). O coeficiente de variação foi de 4,77%.

Foram encontradas diferenças estatísticas significativas ($F_{2,12}= 70,803$; $P<0,05$) quando foi comparada a quantidade de frutos destinados ao mercado nacional de cada um dos períodos de introdução de colônias. A introdução aos 23 dias ensejou a maior produção, apresentando diferença estatística significativa ($P<0,05$) em relação aos demais tratamentos. A introdução de colmeias aos 28 dias diferiu significativamente ($P<0,05$) da introdução aos 33 dias que obteve a menor quantidade de frutos para o mercado nacional. O coeficiente de variação obtido foi de 10,92%.

A introdução de colmeias aos 23 dias resultou na maior produtividade. No momento da chegada das colmeias, a área cultivada já se apresentava em pleno florescimento (como já visto no item 6.1.1), com grande quantidade de flores estaminadas presentes, condição adequada para tornar a cultura atrativa e garantir uma boa frequência de visitação de abelhas nas flores.

O período de introdução aos 28 dias resultou em uma produção intermediária, significativamente inferior aos tratamentos anteriores. A proporção de frutos destinados ao mercado exterior foi de pouco mais de 50%, um pouco inferior ao tratamento 23 dias. No momento da chegada das colmeias, a emissão inicial de flores estaminadas já havia passado

e as abelhas tiveram a disposição as primeiras flores perfeitas dos ramos, onde ocorreram altos níveis de abortamento devido ao início do desenvolvimento dos frutos originados das flores da base do caule, como observado por WILLIAMS (1987) que, ao eliminar flores e frutos em desenvolvimento, conseguiu aumentos substanciais no percentual de flores fertilizadas.

A introdução de colmeias aos 33 dias foi o tratamento que resultou na menor produção de frutos, em peso, significativamente inferior à introdução aos 23 dias. No entanto, apresentou uma proporção de frutos com padrão para o mercado externo acima de 75%. No momento da introdução os ramos já estavam plenamente desenvolvidos, com grande número de flores perfeitas à disposição das abelhas. Portanto, na fase em que as colmeias estavam com população plena, existiam apenas flores de ramos, que normalmente produzem frutos menores (DUARTE et al., 2001).

Tabela 21 - Produção de frutos no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do período de introdução das colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). Acaraú – CE, 2001.

Período de introdução das colmeias (dias)	Produção Total (kg/ha)	Produção p/ exportação (kg/ha)	Produção p/ mercado nacional (kg/ha)
23	22.323,50 ± 1.252,2a	9.817,50 ± 486,8b	12.506,00 ± 1.544,6a
28	16.323,50 ± 826,4b	8.660,00 ± 436,6c	7.663,50 ± 625,2b
33	16.300,50 ± 805,8b	12.290,00 ± 518,1a	4.010,50 ± 792,8c

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

6.6 - Manejo dirigido para coleta de pólen

6.6.1 – Frequência de abelhas às flores, coletando alimentos, em função do manejo dirigido para coleta de pólen

Houve diferença estatística significativa ($F_{2,5} = 56,32$; $P < 0,05$) para a frequência de abelhas melíferas coletando pólen nas flores do meloeiro em função dos tratamentos aplicados. Nos horários de observação: 05:00 h e 09:00 h, as áreas onde as colmeias receberam alimentação energética apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,05$) em relação àquelas onde as colmeias tinham coletores de pólen instalados e com as colmeias testemunhas (Tabelas 22 e 23). Os coeficientes de variação obtidos foram: 6,59% e 8,21%.

No horário de observação das 07:00 h, o tratamento alimentação energética apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) com o tratamento coletor de pólen, que por sua vez diferiu significativamente ($P < 0,05$) do testemunha. O coeficiente de variação obtido foi de 4,10%.

No horário de observação das 11:00 h, foi observada diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre o tratamento alimentação energética e o testemunha, não sendo observada qualquer outra diferença significativa entre os tratamentos. O coeficiente de variação obtido foi de 16,16%. Nos demais horários de observação não foram detectadas diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

As frequências de abelhas melíferas no campo coletando néctar nos horários de observação: 05:00 h, 07:00 h, 09:00 h e 11:00 h apresentaram diferença estatística significativa ($F_{2,5} = 12,94$; $P < 0,05$) entre o testemunha e os tratamentos: fornecimento de alimentação energética e instalação de coletores de pólen, que não diferiram significativamente entre si. Os coeficientes de variação observados foram, respectivamente, de: 26,55%, 22,44%, 8,92% e 6,37%.

No restante dos horários observados não foram obtidas diferenças significativas entre os tratamentos.

Durante os horários de observação, o tratamento com xarope proporcionou altas frequências de coletoras de pólen. Sendo significativamente superior aos demais tratamentos durante os horários onde havia intensa coleta de pólen, o que indica a eficiência da alimentação energética na mudança de comportamento de pastejo de colônias de abelhas melíferas. Os resultados estão de acordo com FREE (1993), que preconiza a utilização de xarope na alimentação de abelhas melíferas para indução a coleta de pólen. Outro efeito da alimentação com xarope é o estímulo à produção de crias, que são os principais estimuladores da coleta de pólen através da produção de seus feromônios (BARKER, 1971; AL-TIKRITY et al., 1972; FREE, 1965).

O tratamento com a instalação de coletores de pólen mostrou resultados intermediários em relação à coleta de pólen, sendo significativamente superior ao testemunha apenas no início da manhã, apresentando baixa eficiência para indução a coleta de pólen nas condições experimentais. O tratamento testemunha, apresentou a menor frequência de coletoras de pólen e a maior para coletoras de néctar, confirmando a divisão natural de trabalho das colônias de *A. mellifera* em prol da coleta de néctar (SEELEY, 1985; WINSTON, 1991b; FREE, 1993).

Tabela 22- Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.), coletando pólen, em função do manejo aplicado às colônias. Acaraú – CE, 2001.

Tipo de Manejo	Nº de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Alim. Energ.	588,0 ± 43,8a	202,5 ± 7,8 ^a	97,0 ± 5,7a	29,0 ± 2,8a	0,5 ± 0,7a	0	0
Colet. Pólen	387,0 ± 15,6b	124,5 ± 4,9b	51,0 ± 5,7b	24,0 ± 4,2ab	1,5 ± 0,7a	0	0
Testemunha	298,0 ± 13,4b	90,5 ± 3,5c	43,0 ± 4,2b	13,5 ± 3,5b	1,5 ± 0,7a	0	0

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

Tabela 23- Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) nas flores do meloeiro (*Cucumis melo* L.), coletando néctar, em função do manejo aplicado às colônias. Acaraú – CE, 2001.

Tipo de Manejo	Nº de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Alim. Energ.	4,0 ± 1,4 b	9,0 ± 2,8 b	19,0 ± 2,8 b	28,0 ± 2,1 b	27,0 ± 8,4 a	8,0 ± 1,4 a	1,0 ± 1,4a
Colet. Pólen	7,0 ± 1,4 b	12,0 ± 2,8 b	20,0 ± 0,7 b	34,0 ± 1,4 b	30,0 ± 1,4 a	9,5 ± 2,1 a	1,0 ± 0,0a
Testemunha	15,5 ± 3,5 a	24,0 ± 4,2 a	30,0 ± 2,1 a	41,0 ± 2,8 a	44,0 ± 1,4 a	10,0 ± 4,2 a	1,5 ± 0,7a

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

6.6.2 – Frequência de abelhas coletoras retornando à colônia em função do manejo dirigido para coleta de pólen

Foi observada diferença estatística significativa ($F_{2,5} = 75,36$; $P < 0,05$) para a frequência de abelhas melíferas retornando à colméia com pólen. Nos horários de observação: 05:00 h, 07:00 h e 09:00 h, o tratamento com alimentação energética apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos uso de coletores de pólen e testemunha, que também diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre si (Tabelas 24 e 25). Os coeficientes de variação observados em cada horário foram, respectivamente: 4,53%, 2,32% e 5,54%.

No horário de observação das 11:00 h, o tratamento com alimentação energética apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos. O tratamento com coletores de pólen diferiu significativamente ($P < 0,05$) do testemunha. O coeficiente de variação obtido foi de 15,65%.

No restante dos horários de observação não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

Tabela 24 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) coletoras retornando à colméia com pólen em função do manejo aplicado às colônias. Acaraú – CE, 2001.

Tipo de Manejo	Nº de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Alim. Energ.	159,0 ± 8,5a	121,0 ± 2,8a	63,0 ± 2,8a	10,0 ± 1,4a	0,5 ± 0,7a	0	0
Colet. Pólen	117,0 ± 2,8b	92,0 ± 1,4b	45,5 ± 2,1b	4,5 ± 0,7b	0,5 ± 0,7a	0	0
Testemunha	91,5 ± 3,5c	71,5 ± 2,1c	33,0 ± 2,8c	3,0 ± 0,0b	1,0 ± 0,0a	0	0

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

Tabela 25 – Frequência de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) coletoras retornando à colméia sem pólen em função do manejo aplicado às colônias. Acaraú – CE, 2001.

Tipo de Manejo	Nº de abelhas/ Horário de observação (h)						
	05:00	07:00	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Alim. Energ.	1,5 ± 0,7a	19,0 ± 2,8b	31,0 ± 2,8b	43,5 ± 3,5a	32,0 ± 1,4b	38,0 ± 4,2a	15,0 ± 2,8a
Colet. Pólen	5,0 ± 1,4a	23,5 ± 2,1b	41,0 ± 2,8ba	49,5 ± 3,5a	41,5 ± 3,5ba	43,5 ± 3,5a	20,5 ± 2,1a
Testemunha	9,5 ± 3,5a	31,5 ± 3,5a	61,0 ± 11,3a	60,5 ± 4,9a	49,0 ± 2,8a	48,5 ± 4,9a	25,0 ± 2,8a

Valores seguidos pelas mesmas letras nas colunas não diferem a $P < 0,05$

Houve diferença estatística significativa ($F_{2,5} = 9,62$; $P < 0,05$) para o retorno de campeiras sem pólen, transportando provavelmente néctar. Os horários de observação de 07:00 h e 09:00 h, mostraram uma diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre o testemunha e os tratamentos uso de alimentação energética e instalação de coletores de pólen, que não diferiram significativamente entre si. Os coeficientes de variação obtidos foram, respectivamente, de 11,70% e 15,63%.

No horário das 13:00 h houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) apenas entre o testemunha e o tratamento com uso de alimentação energética. O coeficiente de variação obtido foi de 6,71%.

Não foi verificada diferença estatística significativa entre os tratamentos nos demais horários ($P > 0,05$). O resultados encontram-se na tabela 24.

O tratamento com alimentação energética ensejou as maiores freqüências nos horários em que havia intensa coleta de pólen no campo, sendo significativamente ($P < 0,05$) superior aos demais tratamentos. O tratamento com coletores de pólen apresentou resultados intermediários, significativamente superiores aos do testemunha, onde se constataram as menores freqüências para coletoras de pólen.

No tocante a freqüência de abelhas retornando sem a carga de pólen, os resultados foram relativamente semelhantes, tendo o testemunha sido superior significativamente aos demais apenas no horário das 07:00 h. No entanto, é difícil precisar o que de fato aconteceu, devido à dificuldade de identificar o que as campeiras traziam nas suas vesículas melíferas, visto que poderia ser água no lugar de néctar.

6.6.3 – Vingamento inicial dos frutos em função do manejo dirigido para coleta de pólen

Houve diferença estatística significativa ($\chi^2 = 22,70$, gl = 3, $P > 0,05$) para o vingamento inicial de frutos em função do manejo dirigido para a coleta de pólen. O tratamento no qual foi fornecida alimentação energética para as abelhas apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos instalação de coletores de pólen e testemunha, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 26).

Conforme visto no item 6.6.1, a grande oferta de alimento energético disponível nas colméias fez com que aumentasse o número de campeiras coletando pólen, o que pode ter favorecido uma maior transferência de grãos de pólen entre as flores.

O tratamento com a instalação de coletores de pólen apresentou superioridade significativa ($P < 0,05$) em relação à testemunha, demonstrando que a remoção de pólen das corbículas das abelhas de fato leva à uma maior eficiência polinizadora, provavelmente por forçar um número maior de visitas para coletar pólen.

Tabela 26 – Número de frutos vingados no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do manejo aplicado as colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). Acaraú – CE, 2001.

Tipo de Manejo aplicado as colmeias	Número de flores por tratamento	Vingamento inicial (7 dias)	Vingamento (%)
Alim. Energ.	200	178 a	89,0
Colet. Pólen	200	147 b	73,5
Testemunha	200	141 b	70,5

Valores seguidos por letras diferentes nas colunas diferem a $P < 0,05$

6.6.4 – Produção de frutos (kg) em função do manejo dirigido para coleta de pólen

Observou-se diferença estatística significativa ($F_{2,9} = 19,338$; $P < 0,05$) na produção total de frutos em função dos tratamentos. O tratamento no qual as colmeias receberam alimentação energética apresentou significativamente ($P < 0,05$) mais frutos do que os tratamentos em que as colmeias tiveram coletores de pólen instalados e o testemunha, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 27). O coeficiente de variação obtido foi de 4,95%.

Também foi observada diferença estatística significativa ($F_{2,9} = 19,338$; $P < 0,05$) na produção de frutos para exportação em função dos tratamentos. O tratamento com alimentação energética mostrou-se superior aos demais, apresentando diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos uso de coletores de pólen e o testemunha, que não diferiram entre si. O coeficiente de variação obtido foi de 5,44%.

De forma semelhante aos dois experimentos anteriores, também houve diferença estatística significativa ($F_{2,9} = 8,87$; $P < 0,05$) na produção de frutos destinados ao mercado nacional de acordo com os tratamentos. O tratamento com o uso de alimentação energética apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos uso de coletores de pólen no alvado e testemunha, que não diferiram entre si. O coeficiente de variação encontrado foi de 6,54%.

Os resultados mostraram claramente que a cultura do melão beneficia-se com a polinização dirigida por meio de estímulos energéticos, com significativos aumentos de produtividade, tanto no que diz respeito à produção total quanto à produção de frutos para os mercados interno e externo. A alimentação energética pode ser considerada como um substituto de um fluxo natural de néctar, que é o responsável pelo acionamento do “gatilho” da reprodução de abelhas melíferas, onde a produção de ovos apresenta proporcionalidade com a entrada de néctar do campo (WINSTON, 1991b; ROUBIK, 1989). Este foi observado, também, por SOUSA (1998), estudando o ciclo reprodutivo de abelhas africanizadas. Por isso, a maior produtividade do tratamento com uso de alimentação energética provavelmente deve-se ao fato de que ao suplementar com xarope de açúcar a

dieta energética de colônias fortes de abelhas, estimulou-se a postura e a produção de larvas em um período naturalmente sem importantes fontes de energia no campo. O próprio meloeiro é uma fonte pobre em néctar (GARY et al., 1978). A entrada de alimento energético em excesso reduziu a necessidade de coletar néctar, ao mesmo tempo que a grande quantidade de larvas jovens estimulou o aumento da proporção de operárias coletando pólen (FREE & SPENCER-BOOTH, 1961), cujo trânsito entre flores estaminadas e perfeitas, resultou em maiores índices de produtividade (FREE, 1987; BURGETT, 1993).

Por outro lado, o uso de coletores de pólen para remoção das cargas polínicas transportadas pela abelhas antes de sua entrada na colméia, preconizada por alguns autores como uma forma de estimular a coleta de pólen no campo e aumentar a eficácia das abelhas na polinização (JAY, 1986; FREE, 1993), não se mostrou eficiente em aumentar a produção em relação ao tratamento testemunha, onde nenhum manejo foi aplicado às colônias. Como não havia suplementação energética nessas colônias, os estímulos para produção de cria e, conseqüentemente, maior coleta de pólen foram menores e resumiram-se somente à tentativa de compensar o pólen que estava sendo perdido para os coletores, e não chegava à colônia. Além disso, observou-se que o próprio coletor causou congestionamentos de abelhas na entrada das colméias nos momentos de maior movimento (05:00 a 07:00 h), impedindo uma rápida ação de descarga do pólen dentro da colméia e retorno ao campo por parte das abelhas. Isso deve ter provocado um número bem menor de visitas às flores quando comparado ao tratamento com alimentação energética. Além disso, FREE (1993) alega que operárias cujas cargas polínicas são removidas por coletores de pólen ficam menos propensas a retornarem ao campo para nova coleta de pólen do que suas colegas que conseguem adentrar a colméia e depositar sua carga de pólen. Talvez por isso, não tenha havido diferenças de produção entre este tratamento e o testemunha.

Tabela 27 - Produção de frutos (kg/ha) no meloeiro (*Cucumis melo* L.) em função do manejo dirigido para polinização aplicado às colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.). Acaraú – CE, 2001.

Manejo aplicado as colmeias	Produção Total (kg/ha)	Produção p/ exportação (kg/ha)	Produção p/ mercado nacional (kg/ha)
Aliment. Energética	21.439,70 ± 1.107,2a	11.187,50 ± 580,2a	10.252,20 ± 790,9a
Coletores de pólen	18.233,50 ± 862,7b	9.265,00 ± 504,2b	8.977,50 ± 604,8b
Testemunha	17.556,70 ± 836,5b	9.045,00 ± 515,9b	8.511,70 ± 326,7b

Valores seguidos pelas mesmas letras na coluna não diferem a $P < 0,05$

7. CONCLUSÕES

Os experimentos conduzidos permitem as seguintes conclusões:

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) possui como requerimentos de polinização a visita de polinizadores bióticos para alcançar altos índices de vingamento inicial e produtividade em quantidade de frutos, peso e número de sementes por fruto, e apresenta melhor vingamento e produção de frutos com a polinização das flores perfeitas que se apresentam por volta dos 23 dias do ciclo da cultura. A introdução de colônias de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.), visando fornecer polinizadores adicionais para a cultura do melão, resultou em melhores índices de produtividade;

A abelha melífera (*Apis mellifera* L.) apresenta como comportamento de pastejo rápidas visitas às flores do meloeiro durante todo o dia, mas com um acentuado pico cedo da manhã, coletando principalmente pólen e frequentando um número mínimo médio de 25 flores por viagem;

O uso de quatro colônias populosas de *Apis mellifera* L. por hectare, cada uma com no mínimo seis quadros ocupados completamente com criação (ovos, larvas e pupas), uma quantidade de abelhas adultas no interior do ninho capaz de recobrir 2/3 da área de favo presente em seis quadros e uma atividade de coleta de alimentos que resulte em um fluxo de retorno do campo acima de 100 (cem) abelhas por minuto, é suficiente para maximizar a produtividade da cultivar de meloeiro estudada;

As colônias de *Apis mellifera* podem ser introduzidas nas áreas de melão (*Cucumis melo*) em diferentes momentos do ciclo da cultura, em função dos objetivos do seu cultivo: aos 23 dias para obtenção de maior produção total de frutos ou maior proporção de frutos com padrão para o mercado interno; aos 28 dias para uma proporção semelhante entre frutos com

padrão para os mercado interno e externo; e aos 33 dias para uma maior produção de frutos para o mercado externo.

Sob condições semelhantes às estudadas, as colônias de *Apis mellifera* tanto podem ser distribuídas na linha central do cultivo de melão, como em uma linha lateral afastada até 30 m da cultura, ficando a critério do produtor em função de suas necessidades de tratos culturais, principalmente o uso de defensivos agrícolas;

Visando potencializar o serviço de polinização das abelhas *Apis mellifera* aumentando a proporção de coletoras de pólen nas flores do meloeiro (*Cucumis melo*), e conseqüentemente a produtividade da cultura, deve-se fornecer às colônias alimentação energética suplementar.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.R. (1998). **Biologia Floral e Estratégia de Polinização da Gravioleira (*Annona muricata* L., no Município de Pentecoste, Ceará.** Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. 78 p.

ALPATOV, V. V. (1984). Bee races and red clover pollination. **Bee World**, v. 29, p. 61 – 63.

AL-TIKRITY, W. S.; BENTON, A. W.; HILLMAN, R. C. (1972). The relationship between the amount of unsealed brood in honey bee colonies and their pollen collection. **Journal Apicultural Research**. v. 11, p. 9 – 12.

ALVES, J.E. (2000). **Estudo Comparativo da Eficiência de Polinização de Cinco Espécies de Abelhas na Goiabeira (*Psidium guajava*).** Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. 74 p.

ARAÚJO NETO, S. E.; GURGEL, F. L.; PEDROSA, J. F. (2003) Produtividade e qualidade de genótipos de melão amarelo em quatro ambientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 25, n.1, p. 104 – 107.

ARAÚJO, A. P.; NEGREIROS, M. Z; LEITÃO, M. M. V. B. R. (2003). Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 123 – 126.

ARAUJO, J. P. (1980). **Cultura do melão**. Petrolina: EMBRAPA-CEPATSA, P. 40.

AZEVEDO, F. R. (2001). **Manejo integrado da mosca branca na cultura do melão**. Fortaleza: Secretaria da Agricultura Irrigada. p. 24.

BARKER, R. G.; JAY, S. C. (1974). A comparison of foraging activity of honey bee colonies with large and small populations. **The Manitoba Entomologist**, v. 8, p. 48 – 54.

BARKER, R. J. (1971). The influence of food inside the hive on pollen collection by a honeybee colony. **J. Apic. Res.** V. 10, p. 23 – 26.

BEDASCARRASBURE, E. L. (2000). Princípios de polinização entomófila. In: **XIII Congresso Brasileiro de apicultura, 2000, Florianópolis – SC**. Anais... Florianópolis. Simpósios.

BEDASCARRASBURE, E. L.; BASUALDO, L. M.(2000). Princípios de polinización entomófila. In: **XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA 2000, Florianópolis**. Anais ...Florianópolis: Confederação Brasileira de Apicultura. 1 CD.

BOCH, R.; SHEARER, D. A. (1966). Iso-pentyl acetate in stings of honeybees of different ages. **J. Apic. Res.**, v. 5, p. 65 – 70.

BODNAR, J. (1987). **Pollination of vine crops**. Disponível em: <<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/87-043.htm>>. Acesso em 14 de agosto de 2003.

BURGETT, D. M.; FISHER, G. C.; MAYER, D. F. & JOHANSEN, C. A. (1993) **Evaluating honey bee colonies for pollination: a guide for growers and beekeepers**. Oregon, Idaho and Washington: Pacific Northwest Extension. p. 8.

CAMARGO, J. M. F. (1972) .Técnicas de controle de cruzamentos. In: CAMARGO, J. M. F. (coord.). **Manual de apicultura**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres,. 241 p.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, E. M.; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. (2002). Efeito da pulverização de alguns inseticidas usados em curcubitáceas sobre adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2002, Campo Grande**. Anais ...Campo Grande: Cofederação Brasileira de Apicultura, p. 112.

CELLI, G.; GIORDANI, G. (1981). Importanza economica e biologia del ape (*Apis mellifera* L.) per la fruttificazione del melone (*Cucumis melo* L.) in coltura protetta. **Bollettino dell'Istituto di Entomologia della Universta de Bologna**. v. 36, p. 91 – 114.

CLEMSON, A. A. (1981). Honey and pollen plants of NSW. Cucurbits – family Cucurbitaceae. **Australas Beekeeping**, v. 82, n. 7, p. 173 – 176.

COLLISON, C. H. & MARTIN, E. C. (1979) Behaviour of honey bees foraging on male and female flowers of *Cucumis sativus*. **Journal of Apicultural Research**. n. 3, p. 184-190.

COSTA, C. P.; PINTO, C. ^a B. P. (1977). **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba: ESALQ. p. 164 – 178.

COSTA, N. D.; GRANGEIRO, L. C.; FARIA, C. M. B. de; TAVARES, S. C. C. H.; ALENCAR, J. A. de & ARAÚJO, J. L. P. (2001). **A cultura do melão**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. p. 114.

COUTO, R.H.N. (1991) **Produção de alimento e cria em colméias de *Apis mellifera* infestadas com *Varroa jacobsoni*, em regiões canavieiras**. Jaboticabal, SP. Tese (*Livre Docência*). FCAVJ - UNESP, 131p.

CRANE, E.; WALKER, P.(1984). **Pollination directory for world crops**. London: International Bee Research Association. p. 183.

DAFNI, A. (1992). **Pollination ecology: a practical approach**. 1 ed. Oxford: Oxford University Press. 250 p.

DAG, A.; EISIKOWITCH, D. (1995). The influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. **Apidologie**, v. 26, p. 511 – 519.

DANKA, R.G.; RINDERER, T.E. (1986). Africanized bees and pollination. **American Bee Journal**, v. 126, p. 680-682.

DEGRANDI-HOFFMAN, G.; TERRY, I.; HUBER, R. T. (1988). Incorporating fruit set estimates with thrips management to create a decision support system for apples. **Hortscience**. V. 20, p. 571 – 574.

DIAS, R. C. S.; COSTA, N. D.; CERDAN, C.; SILVA, P. C. G.; QUEROZ, M. ^a; ZUZA, F.; LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A.; TERAQ, D. A. (1998). Cadeia produtiva do melão no Nordeste. In: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FILHO, A. F.; VASCONCELOS, J. R. P. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospeção tecnológica** Brasília, SPI, p. 440 – 493.

DUARTE, C. N. (2001). **A cultura do melão**. Embrapa, Brasília, p. 114.

DUARTE, R. L. R.; ANDRADE JUNIOR, A. S. (2003). Estudo da oferta e comercialização do melão na Ceasa-PI (1991-1996). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.1, p. 127 – 131.

DUSI, A. N. (1992). **Melão para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: DENACOOOP, p. 37.

DYER, F. C.; GOULD, J. L. (1983). Honey bee navigation. **Amer. Sci.** v. 71, p. 587 – 597.

EMBRAPA. (1993). **Relatório anual do centro nacional de pesquisa de caju 1991/1992**. Fortaleza, 129 p.

EVERHART, E.; HAYNES, C.; TABER, H. (2003). **Melons**. Iowa State University. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/pubs>. Acesso em: 03 de jul. de 2003.

FAEGRI, K. & PIJL, L. V. D. (1979). **The principles of pollination ecology**. 3 ed. Oxford: Pergamon Press. 244p.

FAO (1998). Statistics database of the FAO. **Production Crops**. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em 25 nov. 1999.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. L. D.; SOARES, J. M.; PINTO, J.M.; LINS, J.M. & BRITO, L. T. L. (2003). Produção e qualidade do melão influenciados por matéria orgânica, nitrogênio e micronutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.1, p. 55 –59.

FÁVERO, A. C.; COUTO, R. H.N.; CECILIO FILHO, A. B. (2002). Biologia floral e insetos polinizadores em flores de melão (*Cucumis melo* var. *reticulatus* variedade bônus nº 2). In: **XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2002, Campo Grande**. Anais ...Campo Grande: Confederação Brasileira de Apicultura, 2002. p. 2.

FERREIRA, F. A.; PEDROSA, J. F.; ALVARENGA, M. A. (1982). Melão: cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 88, p. 26 – 28.

FREE, J. B. (1965). The allocation of duties among worker honeybees. **Symp. Zool. Soc.** London, v. 14, p. 39 – 59.

FREE, J. B. (1967a). The production of drone comb by honeybee colonies. **J. Apic. Res.**, v. 6, p. 29 – 36.

FREE, J. B. (1967b). Factors determining the collection the pollen by honeybee foragers. **Anim. Behav.** v. 15, p. 134 – 144.

FREE, J. B. (1970). The effect of flower shapes and nectar guides on the behaviour of foraging honeybees. **Behaviour**, v. 37, p. 269 – 285.

FREE, J. B. (1979). Managing honeybee colonies to enhance the pollen-gathering stimulus from brood pheromones. **Appl. Anim. Ethol.**, v. 5, p. 173 – 178.

FREE, J. B. (1987). **Pheromones of social bees**. 1 ed. London: Chapman and hall, 218 p.

FREE, J.B. (1993) **Insect Pollination of Crops**. Academic Press. London, UK. 684 p.

FREE, J. B.; SPENCER-BOOTH, Y. (1961). The effect of feeding sugar syrup to honeybee colonies. **J. Agric. Sci.**, v. 57, p. 147 – 151.

FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. (1971). Exposure of the Nasonov gland by honeybees (*Apis mellifera*) collecting water. **Behaviour**, v. 37, p. 286 – 290.

FREE, J. B.; WILLIAMS, I. H. (1974). Influence of the location of honeybee colonies of the relative location of pollen sources. **J. Appl. Ecol.** V. 11, p. 925 – 935.

FREE, J.; WILLIAMS, I. H. (1977). **The pollination of crops by bees**. Apimondia Publishing House. Bucharest. P. 15.

FREITAS, B. M. (1991) **Potencial da caatinga para produção de pólen e néctar para exploração apícola**. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará. P. Universidade Federal do Ceará. 140. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

FREITAS, B. M. (1994). Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World**, Cardiff, UK, v. 75, n. 4, p. 160-168.

FREITAS, B.M. (1995a) **The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. PhD thesis, University of Wales - UK. 197 pp.

FREITAS, B. M. (1995b). Does *Borreria verticillata* compete with cashew (*Anacardium occidentale*) for pollination by honey bee? In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF APIMONDIA, 34. Lausanne, Switzerland**. Proceedings... Lausanne: Apimondia Publishing House, 1995. p. 260-264.

FREITAS, B.M. (1996) Caracterização e fluxo de néctar e pólen na Caatinga do Nordeste . In: **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA** , 1996 , Teresina .Anais.....Teresina, Piauí . p 181-183.

FREITAS, B. M. (2000). Polinização em fruteiras tropicais. In: **XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, Florianópolis – SC**. Anais... Florianópolis. Simpósios.

FREITAS, B. M. (2002). **Polinização com abelhas**: quando usar *Apis* ou meliponíneos. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 2002, Campo Grande. **Anais ...Campo Grande: Cofederação Brasileira de Apicultura**, p. 247-250.

FREITAS, B. M.; ALVES, J.E.; BRANDÃO, G.F.; ARAÚJO, Z.B. (1999). Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees in NE Brazil. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 133, p. 303-311.

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J. (1996). The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **J. Agric. Sci., Camb.**, v. 126, p. 319 – 326.

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

FRISCH, K. v. (1967). **The dance language and orientation of bees**. Harvard Univ. Press, Cambridge, p. 182.

GARCIA, R. C.; RESENDE, F. V.; MARCOS, A. A. (1998). Estudo da polinização do melão (*Cucumis melo*) por *Apis mellifera*, em estufa. In: **ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3 1998, Ribeirão Preto - SP**. Anais... Ribeirão Preto, USP p. 84.

GARY, N. E.; WITHERELL, P. C.; MARSTON, J. (1978). Distribution and foraging activities of honeybees during almond pollination. **J. Apic. Res.** V. 17, p. 188 – 194.

GOEBEL, R. (1984). Honey bees for pollination. **Australian Beekeeper**, v. 85, p. 166 – 174.

GONÇALVES, F. C.; MMENEZES, J. B.; ALVES, R. E. (1996). Vida útil pós-colheita do melão “piel de sapo” armazenado em condições ambiente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 49 – 52.

GONÇALVES, L. S. (1992) Africanização das abelhas nas Américas, impactos e perspectivas de aproveitamento do material genético. **Naturalia**. Edição especial em homenagem aos 70 anos do Dr. Warwick Estevam Kerr. p. 126 - 134.

GOODWIN, R. M. (1986). Increased Kiwifruit pollen collection after feeding sugar syrup to honey bees within their hive. **N. Z. J. Exp. Agric.**, v. 14, p. 57 – 61.

GOODWIN, R. M.; HOUTEN, A. (1988). Sugar syruo feeding to improve Kiwifruit pollination. **The N. Z. Beekeeper**, v. 200, p. 10 – 12.

GOODWIN, R. M.; HOUTEN, A.; PERRY, J. H. (1991). Effect of variations in sugar presentation to honey bees (*Apis mellifera*) on their collection of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) pollen. **N. Z. J. Crop. Hort. Sci.** v. 19, p. 259 – 262.

GORGATTI NETTO, A.; GAYET, J. P.; BLEIROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R. (1994). **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 37p.

HARDIN , B.; LEE, J. (1999). Melons are on a roll. **Agricultural Research**, v. 47, p. 18 – 19.

HARRISON, J. M. (1986). Cast-specific changes in honey bee flight capacity. **Physiol. Zool.** V. 59, p. 175 – 187.

HOLANDA NETO, J. P.; FREITAS, B. M.; BUENO, D. M. (2000a). Diferenças na atratividade de oito híbridos de melão (*Cucumis melo*) para abelhas melíferas (*Apis mellifera*). In: **XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, FLORIANÓPOLIS – SC**. Anais... Florianópolis. Simpósios.

HOLANDA-NETO, J. P.; FREITAS, B. M.; BUENO, D. M. (2000b). Horário de visitação de abelhas *Apis* e *Centris* na cultura do melão (*Cucumis melo*). In: **XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA 2000, Florianópolis**. Anais ...Florianópolis: Cofederação Brasileira de Apicultura, p. 354.

HOWELL, G. S.; KILBY, M. W.; NELSON, J. W. (1972). Influence of timing hive introduction on production of highbush blueberries. **HortScience**, v. 7, p. 129 – 131.

IBGE. (1995). **Produção Animal**. In: Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ISELIN, W. A.; JENSEN, M. H. & SPANGLER, H. G. (1974). The pollination of melons in air inflated greenhouses by HoneyBees. **Environmental Entomology**, v. 3, n. 4, 664-666.

JAY, S. C. (1986). Spatial management of honey bee on crops. **Ann. Rev. Entomol.**, v. 31, p. 49-65.

JAYCOX, E. R. (1970). Honey bee queen pheromones and worker foraging behavior. **Ann. Entomol. Soc. Amer.** V. 63, p. 222 – 228.

JONG, D. O. D. (1988) Comportamento de abelhas africanizadas nas américas. **I Encontro Sobre Abelhas. Ribeirão Preto, SP**. p. 80 - 82.

- KATO, E., C. (1997). **Polinização em melão (*Cucumis melo*) no nordeste (campo aberto) e sul (estufa) do Brasil, testando atrativo para *Apis mellifera***. Jaboticabal-SP. Monografia de Graduação – Universidade Estadual Paulista. 82p.
- KENDALL, D. A.; SMITH, B. D. (1975). The pollinating efficiency of honey bee and bumblebee visits to field bean flowers (*Vicia faba* L.). **J. App. Ecol.** V. 12, p. 709 – 717.
- KERR, W. E. (1971) Contribuição ecogenética de algumas espécies de abelhas. São Paulo. **Ciência e Cultura**. n.23, p. 89 -90.
- KOLMES, S. A. (1985a). Na economic study of *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae). **J. Kans. Entomol. Soc.** V. 58, p. 413 – 421.
- KOLMES, S. A. (1985b). Na information-theory analysis of task especialization among worker honey bees performing hive duties. **A. Behav.** v. 33, p. 181 – 187.
- LACKEY, J. (2003). **Cantaloupe and squash**. United States Departmente of Agricultura. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/ppq/biotech/curcubit.html>. Acesso em 14 de ago. de 2003.
- LAIDLAW JR, H. H. (1998). **Criação contemporânea de rainhas**. La Salle, Canoas, p. 216.
- LEMASSON, M. (1987). Interêt de l'abeille mellifere (*Apis mellifica*) dans la mpolinisation de cultures en serre de cornichon (*Cucumis sativus*), de melon (*Cucumis melo*) et de tomate (*Lycopersicum esculentum*). **Revue de l'agriculture**, v. 40, p. 915 – 924.
- LESTER, G. (1988). Comparisons of honey dew and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. **HortScience**, v. 23, n. 1, p. 180 – 182.

LOWER, R. L.; EDWARDS, M. D. (1986). Cucumber breeding. **Breeding Vegetable Crops**. Westport, p. 173 – 207.

MALLIK, M. F. R.; MASUI, M. (1986). Origin, distribution and taxonomy of melons. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 251 – 261.

MANN, L. K. (1953). Honey bee activity in relation to pollination and fruit set in the cantaloupe (*Cucumis melo*). **Amer. Jour. Bot.**, v. 40, p. 545 – 553.

MATHESON, A. G. (1991). Managing honey bee pollination Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in New Zealand – A review. **The 6th international Symposium on Pollination**. Tilburg, Netherlands, August 1990. **Acta Horticulturae**, v. 288, p. 213-219.

Mc GREGOR, S. E.; LEVIN, M. D.; FOSTER, R. E. (1965). Honey bee visitors and fruit set of cantaloups. **J. econ. Entom.** V. 5, p. 968 – 970.

Mc GREGOR, S. E.; TODD, F. E. (1952). Cantaloup production with honeybees. **J. Econ. Ent.**, v. 45, p. 43 – 47.

Mc GREGOR, S. E.; LEVIN, M. D. & FOSTER, R. E. (1965). Honey bee visitors and fruit set of cantaloups. **Journal of Economic Entomology**. n. 5. p. 968 – 970.

Mc GREGOR, S.E. (1976). **Insect pollination of cultivated crop plants**. Agricultura Handbook n° 496. Agriculture Research Service. Washington, E.U.A. 411pp.

MEL'NICHENKO, A. N. (1977). **Pollination of agricultural crops by bees**. Amerind Publishing, New Delhi. p. 405.

MICHENER, C. D. (1974). **The social behavior of the bees: a comparative study**. Harward Prees, London, p. 397.

MOELLER, F. E. (1973). Time of placement of colonies of honey bees for pollination of cranberries. **J. Econ. Entom.**, v. 66, p. 370 – 372.

MORSE, R. & HOOPER, T. (1986). **Enciclopédia ilustrada de apicultura**. 1 ed. Lisboa: Europa - América, 256 p.

MORSE, R. A. & CALDERONE, N. W. (2000). **The value of honey bees as pollinators of U. S. crops in 2000**. Medina: A. L. Root Company. 15 p.

MORSE, R.A.; CALDERONE, N.W. (2000). **The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000**. A.I. Root Company, Medina-Ohio, USA. P. 15.

MOUZIN, T. E.; REED, D. K.; CHANEY, W. E. (1980). Influence of honey bees on cantaloupe production in Indiana. **Proc. Indiana Acad. Sci.**, v. 89, p. 215 – 217.

MUSSEN, E. C.; THORP, R. W. (2003). **Honey bee pollination of cantaloupe, cucumber, and watermelon**. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Publication 7224.

NANDPURI, K. S.; BRAR, J. S. (1966). Studies on floral biology in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **J. Res. Ludhiana**. V. 3, p. 395 – 399.

NEUKIRCH, A. (1982). Dependence of the life span of the honey bees (*Apis mellifera*) upon flight performance and energy consumption. **J. Comp. Physiol**. V. 146, p. 35 – 40.

NEVES, E. M. ; DAYOUB, M. & DRAGONE, D. S (2002). Análise da demanda por defensivos pela fruticultura brasileira 1997-2001. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 694-696.

NOGUEIRA-COUTO, R.H. (1996). Uso de atrativos e repelentes como reguladores da polinização: **Simpósio Estadual de Apicultura do Paraná, XI, Pato Branco (PR)**, p.61-65.

NUÑES, J.A. (1979). Time spent on various components of foraging activity: comparison between European and Africanized honeybee In Brazil. **J. Apic. Res.**, 18:110-115.

OSBORNE, J. L.; WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A. (1991). Bees, pollination and habitat change in the European community. **Bee World.**, v. 72, p. 99 – 116.

PEDROSA, J. F. (1991). **Cultura do melão**. Mossoró – ESAM, p. 50. (Apostila).

PEDROSA, J. F.; FARIA, C. M. B. (1992) **Cultura do melão**. Petrolina: EMBRAPA-CEPATSA, p. 30.

PERCIVAL, M. S. (1955). The presentation of pollen in certain angiosperms and its collection by *Apis mellifera*. **New Phytologist**, v. 54, p. 353-368.

PESSON, P.; LOUVEAUX, J. (1984). **Pollinisation et productions vegetables**. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris. p. 365.

PETERSON, A. G.; FURGALA, B.; HOLDAWAY, F. G. (1960). Pollination of red clover in Minnesota. **J. Econ. Entomol.** V. 53, p. 546 – 550.

PURSEGLOVE, J. W. (1968). **Tropical crops: Dicotyledons 1**. John Wiley and Sons, New York, p. 332.

RINDERER, T. E. & HELLMICH II, L. L. (1991) The processes of africanization. In: SPIVAK, M., FLETCHER, D. J. C. and BREED, M. D. (ed.) **The African honey bee**. San Francisco, USA: Westview Press, p.95 - 118

ROBINSON, G. E.; UNDERWOOD, B. A.; HENDERSON, C. E. (1989). A highly specialized water-collection honey bee. **Apidologie**, v. 15, p. 355 – 358.

ROSA, J. T. (1924). Fruiting habit and pollination of cantaloup. **Proc. Am. Soc. Hort. Sci.**, v. 21, p. 51 – 57.

ROUBIK, D. W. (1989). **Ecology and natural history of tropical bees**. 1 ed. New York: Cambridge University Press. 514 p.

RUTTNER, F. (1976). Honeybees of the tropics; their variety and characteristics of importance for apiculture. Apiculture In Tropical Climates. London. **Int. Bee Res. Assoc.**, p.41-46.

SAKAMORI, M.; YABE, K.; OSUKA, M. (1977). Growing muskmelons with honeybees as pollinators. **Research Bulletin of the Aichi-Ken Agricultural Research Center**, B. 9, p. 15 – 21.

SAMPAIO, I. B. M. (1998). **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221 p.

SAUER, J. D. (1993). **Historical geography of crop plants: an select roster**. CRC Prees, Boca Raton, Florida. p. 556.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. (1989). Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para a polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia** 33: 109-118.

SCOTT, C. D. (1986). **Biology and management of wild bee and domesticated honey bee pollinators for tree fruit pollination**. PhD. Diss., Simon Fraser University, Burnab. P. 137.

SEELEY, T. D. (1985). **Honey bee ecology: a study of adaptation in social life**. Princeton, USA. Princeton University Press. p. 201.

SHIMANUKI, H.; LEHNERT, T.; STRICKER, M. (1967). Differential collection of cranberry pollen by honey bees. **J. Econ. Entom.**, v. 60, p. 1031 – 1033.

SHUEL, R. W. (1989). Improving honey production through plant breeding. **Bee World**, v. 70, p. 36 – 45.

SILVA, E. C. A. (2000). Polinização em culturas anuais: Soja, Girassol e Feijão. In: **XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 2000, FLORIANÓPOLIS – SC**. Anais... Florianópolis. Simpósios.

SILVA, R. H. D. (2000). **Produção e desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L em caixas de papelão reciclado a partir de diferentes áreas e idades de cria**. Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. 70 p.

SIMPSON, J.; RIEDEL, L. B. M.; WILDING, N. (1968). Invertase in the hypofaryngeal glands of the honeybees. **J. Apic. Res.**, v. 7, p. 29 – 36.

SOARES, A. E. E. (1994). Dispersão das abelhas africanizadas nas Américas: aspectos comportamentais. In: **X Congresso Brasileiro de Apicultura**, Pousada Rio Quente, GO. Anais...Pousada Rio Quente, p. 204 - 211.

SOUSA, R. M. (2002). Requerimentos de polinização para a cultura do melão (*Cucumis melo*). IN: **VI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA – PECNORDESTE 2002, Fortaleza. Anais...Fortaleza: Federação da Agricultura do Estado do Ceará**, p. 13-19.

SOUSA, R. M. (1998). **Ciclo anual de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) silvestres na caatinga cearense**. Fortaleza, CE. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. 72 p.

SOUSA, R. M.; FREITAS, B. M., ARAÚJO, Z. B. & SOARES, A. E. E. (2000) Seasonal changes in Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.) population of the caatinga vegetation

in NE Brazil. In: **2 nd International Conference on Africanized Honey Bees and Bee Mites**. Tucson – Az, p. 16-24.

SOUSA, V. F. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E. F.; VIANA, F. M. P.; SILVA, P. H. S. DA. (1999). **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no Meio-Norte do Brasil**. Terezina: Embrapa Meio-Norte, p. 68.

THORNTWATHE, C. W.; MATHER, J. R. (1955) The wather balance. **Climatology**, v. 8, n. 1, p. 104.

TODD, F. E.; REED, C. B. (1970). Brood measurement as a valid index to the value of honey bee as pollinators. **J. Econom. Entomol.** V. 63, p. 148 – 149.

WALL, J. R. (1967). Correlated inheritance of sex expression and fruit shape in *Cucumis*. **Euphytica**, v. 16, p. 199-208.

WESTERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. (2000). Diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, v. 40, n. 5, p. 1209 – 1222.

WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A. ; OSBORNE, J. L. (1991). Beekeeping wild bees and pollination in the European community. **Bee world**. V. 72, p. 170 – 180.

WILLIAMS, P. (1987). Pollination of melons. **Aust. Bee. J.**, v. 68, p. 18 – 21.

WINSTON, M. L. (1991a). **The biology of the honey bee**. 1 ed. London: Haverd University Press. 290 p.

WINSTON, M. L. (1991b). The inside story: internal colony dynamics of Africanized bees. In: SPIVAK, M., FLETCHER, D. J. C. and BREED, M. D. (ed.). **The African honey bee**. San Francisco, USA: Westview Press, p.201 - 213.

WINSTON, M. L.; FERGUSSON, L. A. (1985). The effect of workers loss on temporal caste structure in colonies of the honey bee (*Apis mellifera*). **Can. J. Zool.** V. 63, p. 777 – 780.

WINSTON, M. L.; KATS, S. J. (1981). Longevity of cross-fostered honey bee workers (*Apis mellifera*) of European and Africanized races. **Can. J. Zool.** V. 59, p. 1571 – 1575.

WINSTON, M. L.; KATS, S. J. (1982). Foraging differences between cross-fostered honey bee workers (*Apis mellifera*) of European and Africanized races. **Behav. Ecol. Soc.** V. 10, p. 125 – 129.

ZOHARY, D.; HOPF, M. (1993). **Domestication of plants in the old world – the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley.** Clarendon Press, Oxford. p. 675.