

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MARCELO DE OLIVEIRA MILFONT**

**O POTENCIAL DA MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) PARA A  
EXPLORAÇÃO APÍCOLA: PRODUÇÃO, TOXIDEZ E  
QUALIDADE DE MEL**

**FORTALEZA-CE**

**2007**

**MARCELO DE OLIVEIRA MILFONT**

**O POTENCIAL DA MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.) PARA A  
EXPLORAÇÃO APÍCOLA: PRODUÇÃO, TOXIDEZ E  
QUALIDADE DE MEL**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Ph D. Breno Magalhães Freitas

**FORTALEZA – CE**

**2007**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Amélia Landim Barrocas CRB -3/573

M644p Milfont, Marcelo de Oliveira

O potencial da mamoneira (*Ricinus communis*) para exploração apícola: produção, toxidez e qualidade de mel / Marcelo de Oliveira Milfont. – Fortaleza: UFC, 2007.  
90 f. il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.  
Orientador: Prof. Ph D. Breno Magalhães Freitas  
Área de concentração: Produção Animal

1. Abelha 2. Mamona 3. Mel I. Freitas, Breno Magalhães II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Pós-graduação em Zootecnia III. Título

CDD 638.1

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

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

---

Marcelo de Oliveira Milfont

Dissertação aprovada em: 28 de fevereiro de 2007

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Breno Magalhães Freitas – Ph D.

ORIENTADOR

---

Ana Cristina de Oliveira Monteiro Moreira – Dra.

CONSELHEIRA

---

Raimundo Maciel Souza – Dr.

CONSELHEIRO

À **Deus**, pela vida, coragem e condição da realização desse trabalho.

Aos meus pais **Ronaldo Milfont** e **Judite Milfont** por acreditarem em mim, torcerem e por me darem todas as condições para obtenção desse título.

Às minhas irmãs **Carine Milfont** e **Caroline Milfont** (*in memoriam*) por todo carinho e amizade.

À minha namorada **Karolina Lucas**, pelo carinho, compreensão e ajuda que foram imprescindíveis e à toda sua família, pelo incentivo e ajuda à realização desse trabalho.

Aos meus avós **Jaime Milfont** e **Diva Milfont**, **Oswaldo Pimentel** e **Léa Nobre** pelo afeto e amizade.

À toda **minha família** pelo carinho e amizade.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

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

À nosso bom DEUS...

À Universidade Federal do Ceará, por meio do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, pela possibilidade de realização da presente dissertação.

Ao professor orientador Breno Magalhães Freitas pela oportunidade, confiança, orientação segura, compreensão, paciência e amizade.

À empresa Brasil Ecodiesel, especialmente Dra. Francineuma Ponciano de Arruda e Benilda Rodrigues de Almeida pela atenção e confiança no trabalho realizado.

À todos os componentes da Buriti Agrícola Ltda, pelos bons momentos vividos, em especial a Francisco Lustosa Cabral Neto e Antônio Filho, pela amizade e incansável apoio durante a execução do experimento.

Ao amigo Rômulo Augusto Guedes Rizzardo pela valiosa colaboração na execução do experimento, bem como parceria, apoio e amizade.

Aos apicultores Paulo Ney Cordeiro de Faria e Henrique Sobrinho, pela confiança, apoio, amizade, ensinamentos e por nos ceder às colônias para que se pudesse realizar o experimento.

À Universidade de Fortaleza por nos ceder suas instalações e equipamentos para realização dos experimentos de toxicidade.

À professora Dra. Ana Cristina de Oliveira Monteiro Moreira pela amizade e constante colaboração para execução dos experimentos.

Ao Dr. Raimundo Maciel Souza, pelas valiosas sugestões e críticas apresentadas, indispensáveis para a elaboração desse trabalho.

Ao professor Dr. Renato Moreira pelo apoio e sugestões do presente trabalho.

Ao Sr. Anysio e Salvador, moradores da célula “J”, pela ajuda e empenho durante a execução do experimento.

Ao amigo Isac Bomfim pela amizade e valiosa colaboração para a concretização desse trabalho.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa com Abelhas Michelle de Oliveira Guimarães e Weverton Pacheco pela valiosa contribuição nas análises laboratoriais e tantas outras ajudas.

Ao professor José Everton Alves pelo apoio e ensinamentos durante o curso.

A fazenda Boa Esperança pertencente ao Grupo Edson Queiroz, nas pessoas de Joana Chaves Nunes e Camila Queiroz Lemos pela contribuição nas análises físico-químicas.

Ao Instituto Centec, na pessoa de Társio Thiago pela realização das análises físico-químicas.

À Herlene Greyce da Silveira Queiroz e sua equipe pela contribuição na realização da análise sensorial.

Aos amigos da Apicultura, Marcelo Casimiro, Lygia Mesquita, Ednir Santiago, Daniele Abreu, Patrícia Barreto, Igor Reis, Eva Mônica, Mikail Oliveira, Júlio Otávio, João Paulo, Odério Lima.

Ao Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino e funcionários do setor de apicultura Hélio e Francisco pela ajuda e amizade.

À Ana Gláudia Catunda Vasconcelos por toda a ajuda durante o curso.

Ao amigo Severino Júnior pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao professor Antônio Marcus Esmeraldo pela contribuição nas análises estatísticas.

Ao Prof. Luiz Wilson Lima Verde pela identificação das espécies botânicas existentes na área de estudo.

À Dra. Fábيا de Mello Pereira da Embrapa Meio-Norte, pela atenção, sempre disponível quando consultada.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia.

À todos os colegas do curso de pós-graduação.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Francisca das Chagas e Andréia Lima.

À FUNCAP, pela bolsa concedida durante a realização do curso de mestrado.

Ao FUNDECI-BNB, pelo apoio financeiro para a realização do projeto de pesquisa.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| AGRADECIMENTOS .....                                    | 6  |
| LISTA DE TABELAS .....                                  | 11 |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....                              | 13 |
| RESUMO .....  | 16 |
| ABSTRACT .....  | 17 |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                      | 18 |
| 2. OBJETIVOS.....                                       | 20 |
| 2.1 Objetivo geral .....                                | 20 |
| 2.2 Objetivos específicos.....                          | 20 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA .....                          | 21 |
| 3.1 Considerações gerais .....                          | 21 |
| 3.2 O mel .....   | 22 |
| 3.3 O Agronegócio do mel no Brasil.....                 | 23 |
| 3.4 Potencial do Nordeste para a atividade apícola..... | 25 |
| 3.5 A cultura da mamona.....                            | 27 |
| 3.5.1 Importância econômica .....                       | 27 |
| 3.5.2 O biodiesel produzido do óleo da mamona .....     | 28 |
| 3.5.3 Botânica.....                                     | 29 |
| 3.5.4 Características agronômicas.....                  | 29 |
| 3.5.5 Biologia floral da mamoneira .....                | 30 |
| 3.5.6 Flor da mamoneira .....                           | 31 |
| 3.5.7 Polinização .....                                 | 31 |
| 3.5.8 Nectários.....                                    | 32 |
| 3.5.9 Substâncias tóxicas da mamoneira .....            | 34 |
| 3.6 Avaliação toxicológica .....                        | 34 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS.....                             | 36 |
| 4.1 Localização.....                                    | 36 |
| 4.2 Clima .....   | 37 |
| 4.3 Escolha e preparo da área .....                     | 37 |
| 4.4 Colônias experimentais .....                        | 38 |
| 4.4.1 Origem e estado populacional das colônias .....   | 38 |
| 4.4.2 Preparação e transporte das colméias.....         | 39 |



|   |    |
|---|----|
| 4.4.3 Distribuição das colméias no local do experimento .....   | 40 |
| 4.4.4 Manejo das colônias .....   | 40 |
| 4.5 Levantamento fenológico da área e laminário de referência .....                                       | 40 |
| 4.6 Comportamento de pastejo das abelhas <i>Apis mellifera</i> L. na mamoneira .....                      | 41 |
| 4.7 Coleta, preparo e análise das amostras de pólen .....   | 41 |
| 4.8 Desenvolvimento das colônias e produção de mel .....  | 42 |
| 4.9 Coleta e preparo das amostras de mel .....  | 44 |
| 4.10 Análise melissopalínológica das amostras de mel .....  | 44 |
| 4.11 Análise físico-química das amostras de mel .....   | 45 |
| 4.12 Experimento de toxicidade do mel de mamona na alimentação de abelhas <i>Apis mellifera</i> L. ....   | 45 |
| 4.13 Experimento de toxicidade de pólen de mamona na alimentação de abelhas <i>Apis mellifera</i> L. .... | 47 |
| 4.14 Ensaios toxicológicos do mel de mamoneira em ratos ( <i>Rattus norvegicus</i> ) .....                | 48 |
| 4.14.1 Avaliação da toxicidade aguda oral (dose simples) .....  | 48 |
| 4.14.2 Avaliação da toxicidade subcrônica .....   | 49 |
| 4.14.3 Determinações bioquímicas séricas .....  | 50 |
| 4.15 Análise sensorial de mel de mamona .....   | 51 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 53 |
| 5.1 Levantamento fenológico da área .....   | 53 |
| 5.2 Comportamento de pastejo das abelhas <i>Apis mellifera</i> L. na mamoneira .....                      | 54 |
| 5.3 Análise quantitativa das amostras de pólen .....  | 55 |
| 5.4 Desenvolvimento das colônias e produção de mel .....  | 56 |
| 5.4.1 Mapeamento das colônias .....   | 56 |
| 5.4.1.1 Área de mel no ninho .....  | 56 |
| 5.4.1.2 Área de pólen no ninho .....  | 58 |
| 5.4.1.3 Área de cria de operária .....  | 60 |
| 5.4.1.4 Área de cria de zangão .....  | 64 |
| 5.4.2 Peso do ninho .....   | 66 |
| 5.4.3 Produção de mel .....   | 68 |
| 5.5 Análise melissopalínológica das amostras de mel .....   | 72 |
| 5.6 Análise físico-química das amostras de mel .....  | 72 |
| 5.7 Experimento de toxicidade do mel de mamona na alimentação de abelhas <i>Apis mellifera</i> L. ....    | 73 |

|  |    |
|--|----|
| 5.8 Experimento de toxicidade do pólen de mamona na alimentação de abelhas <i>Apis mellifera</i> L. .... | 75 |
| 5.9 - Ensaio toxicológico do mel de mamona .....   | 76 |
| 5.10 - Análise Sensorial de Mel de Mamona .....  | 77 |
| 6. CONCLUSÕES .....  | 82 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 83 |

## LISTA DE TABELAS

| <b>Tabela</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| TABELA 1: Concentração do néctar extrafloral de mamoneira ( <i>Ricinus communis</i> ).  | 33            |
| TABELA 2: Espécies botânicas presentes ao redor do apiário situado na área denominada ‘suja’ no cultivo de mamona ( <i>Ricinus communis</i> ) do Núcleo de produção comunitária Santa Clara. Canto do Buriti, PI, maio a junho de 2006.                                   | 53            |
| TABELA 3: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm <sup>2</sup> ) de mel dos ninhos de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.                      | 57            |
| TABELA 4: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm <sup>2</sup> ) de pólen dos ninhos de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.                    | 59            |
| TABELA 5: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm <sup>2</sup> ) de cria aberta de operária dos ninhos de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.  | 61            |
| TABELA 6: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm <sup>2</sup> ) de cria fechada de operária dos ninhos de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. | 63            |
| TABELA 7: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm <sup>2</sup> ) de cria de zangão dos ninhos de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.           | 65            |
| Tabela 8: Médias e desvios-padrões do peso (kg) dos ninhos de abelhas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.  | 67            |
| TABELA 9: Evolução do peso (kg) médio de mel acumulado na melgueira de colônias de abelhas africanizadas, <i>Apis mellifera</i> L. mantidas em plantio de mamona por 49 dias em Canto do Buriti, PI.  | 68            |
| TABELA 10: Produção de mel (kg) por colméia, produtividade média e produção total do apiário de área limpa e área suja em Canto do Buriti- PI, por um período de 49 dias.   | 70            |
| TABELA 11: Resultado da análise físico-química do mel de mamoneira e valores dos parâmetros das especificações técnicas brasileiras.  | 73            |

TABELA 12: Análise de variância, médias e desvio padrão do índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM), observados nos méis de mamona (*Ricinus communis*) e silvestre testados de 26 de outubro a 09 de novembro de 2006 em Fortaleza, CE.

74

TABELA 13: Análise de variância, médias e desvio padrão do índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM) de abelhas *Apis mellifera* confinadas e alimentadas com pólen de mamona (*Ricinus communis*), coqueiro (*Cocos nucifera*) e pólen silvestre (diversos) testados de 15 de dezembro a 28 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

75

TABELA 14: Análises bioquímicas séricas dos grupos de ratos não tratados (controle) e tratados com mel.

77

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| <b>Figura</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| FIGURA 1: Representação da estrutura do nectário de mamoneira ( <i>Ricinus communis</i> ), mostrando a camada epidermal, a distribuição do sistema vascular e cavidades que contendo antocianina.   | 33            |
| FIGURA 2: Localização dos municípios de Canto do Buriti –PI e Fortaleza - CE, 2006.   | 36            |
| FIGURA 3: Célula dos moradores composta por 35 casas em meio ao plantio de mamona ( <i>Ricinus communis</i> L.) no Núcleo de produção comunitária Santa Clara, empresa Brasil Eco diesel, Canto do Buriti – PI. 2006.   | 38            |
| FIGURA 4: Detalhe da tela de transporte utilizada (a) e transporte das colméias (b) do município de Cristino Castro - PI, para o Núcleo de produção Comunitária Santa Clara em Canto do Buriti – PI, 2006.  | 39            |
| FIGURA 5: Suporte de madeira utilizado para realizar os mapeamentos dos quadros de ninhos das colônias de <i>Apis mellifera</i> em Canto do Buriti, PI, durante a execução do experimento.  | 43            |
| FIGURA 6: Gaiolas de confinamento utilizadas no teste de toxicidade realizado entre 26 de setembro e 09 de outubro de 2006 em Fortaleza, CE.  | 47            |
| FIGURA 7: Animais acondicionados em caixas plásticas (a) e administração do mel de mamoneira através de cânula (b), por um período de 60 dias realizado no Laboratório de Experimentação Animal, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Fortaleza.   | 49            |
| FIGURA 8: Seqüência de eventos para abate e retirada dos órgãos internos dos animais utilizados no experimento de toxicidade de mel de mamona para posterior análise histológica: (a) sedação do animal (b) coleta do sangue para análise bioquímicas (c)(d)(e)(f) abertura e retirada dos órgãos internos. | 50            |
| FIGURA 9: Questionário respondido para avaliação do mel, realizada em Fortaleza, CE, no dia 19 de dezembro de 2006.   | 52            |
| FIGURA 10: Coleta de néctar e pólen por abelhas melíferas ( <i>Apis mellifera</i> L.) na mamoneira ( <i>Ricinus communis</i> L.) em Canto do Buriti-PI.   | 54            |
| FIGURA 11: Porcentagem da participação do pólen de mamoneira ( <i>Ricinus communis</i> L.) e outras espécies vegetais na dieta de abelhas <i>Apis mellifera</i> L.  | 56            |

- FIGURA 12: Desenvolvimento da área de mel dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 58
- FIGURA 13: Desenvolvimento da área de pólen dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 60
- FIGURA 14: Desenvolvimento da área de cria aberta de operária dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 62
- FIGURA 15: Desenvolvimento da área de cria fechada de operária dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 64
- FIGURA 16: Desenvolvimento da área de cria de zangão dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 66
- FIGURA 17: Desenvolvimento médio geral do peso (kg) dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 68
- FIGURA 18: Desenvolvimento médio geral do peso (kg) de mel acumulado em melgueiras de colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006. 69
- FIGURA 19: Abelha melífera (*Apis mellifera* L.) visitando nectário da planta de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em Canto do Buriti – PI. 71
- FIGURA 20: Curva de sobrevivência das abelhas confinadas alimentadas com dois méis diferentes entre 26 de outubro e 09 de novembro de 2006 em Fortaleza, CE. 74
- FIGURA 21: Curva de sobrevivência das abelhas confinadas alimentadas com três tipos de pólen diferentes entre 15 de dezembro a 28 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE. 76
- FIGURA 22: Frequência de consumo de mel dos provadores que realizaram a análise do mel de mamoneira no dia 19 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE. 78
- FIGURA 23: Forma de consumo de mel dos provadores que realizaram a análise do mel de mamoneira no dia 19 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE. 79
- FIGURA 24: Avaliação do mel de mamona (*Ricinus communis* L.) através de escala hedônica estruturada em nove pontos (1 - desgostei muitíssimo; 5 - nem gostei nem desgostei; 9 - gostei muitíssimo) realizada em 19 de dezembro de 2006 no laboratório de análises sensoriais da Universidade Federal do Ceará. 80

FIGURA 25: Atitude de compra por parte dos provadores que realizaram a análise do mel de mamoneira no dia 19 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

81

## RESUMO

A pesquisa de campo foi conduzida no Núcleo de Produção Comunitária Santa Clara, pertencente a empresa Brasil Ecodiesel, no município de Canto do Buriti – PI, entre maio e julho de 2006. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios da Universidade Federal do Ceará, Universidade de Fortaleza, Grupo Edson Queiroz e Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) do Cariri. Os experimentos foram realizados com o objetivo de investigar a possibilidade de agregar valor a cultura da mamona (*Ricinus communis*) por meio da apicultura. Os seguintes aspectos foram investigados: desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* em meio a plantio de mamoneira; potencial da mamoneira para a produção de mel por abelhas *A. mellifera*; possível toxidez do pólen e/ou néctar da mamoneira para abelhas melíferas e humanos; características físico-químicas e organolépticas do mel de mamona e potencial comercial deste mel. Os resultados mostraram que a cultura da mamoneira oferece boas condições de desenvolvimento para colônias de *A. mellifera* uma vez que oferece pólen e néctar, e que estes são prontamente utilizados pelas abelhas; a mamoneira mostrou-se uma importante fonte de néctar para a exploração apícola, tendo sido produzido em apenas 49 dias medias entre 18,82 kg (apiário em área de cultivo limpo de mamona) e 23,52 kg (apiário em área de mamona com ervas silvestres) de mel, semelhantes à média anual do país. O pólen e o mel da mamoneira não são tóxicos para abelhas melíferas e para roedores, indicando que, provavelmente, seja próprio para o consumo humano. O mel da mamoneira apresenta características físico-químicas dentro da legislação brasileira e características organolépticas bem aceitas pela população, demonstrando que o mesmo possui potencial comercial. Conclui-se que a exploração apícola da cultura da mamona pode aumentar a rentabilidade das áreas de cultivo e minimizar os impactos ecológicos da agricultura, além de gerar um produto natural, nutritivo e bem aceito pela população em geral.

Palavras-chaves: mel de mamona, desenvolvimento de colônias, área de cria, produção de mel, toxidez do mel.



## ABSTRACT

The research was carried out in the Núcleo de Produção Comunitária Santa Clara, belonging to the company Brasil Ecodiesel, in the county of Canto do Buriti, state of Piauí, Brazil, from May to July 2006. Laboratorial analyses were carried out in the laboratories of Universidade Federal do Ceará, Universidade de Fortaleza, Grupo Edson Queiroz and Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC). The experiments aimed to assess the possibility of aggregating value to castor bean (*Ricinus communis*) plantations placing honey bee (*Apis mellifera*) colonies in the area. The following aspects were investigated: colony development in castor bean plantations; potential of castor bean plantations for honey production; possible toxicity of castor bean pollen and/or nectar to honey bees and humans; physical-chemical and organoleptic characteristics of castor bean honey and its commercial potential. Results showed that castor bean plantations offer good conditions for development of *A. mellifera* colonies because it provides pollen and nectar which are readily used by honey bees; castor bean showed to be an important nectar source for beekeeping leading in only 49 days to an average production between 18.82 (apiary in area of castor bean clean cultivation) and 23.52 kg (apiary in area of castor bean with wild weeds), similar to the annual national mean production; castor bean pollen and nectar are not toxic to honey bees or mammals, suggesting that, probably, are also adequate for human consumption. Castor bean honey presents physical-chemical characteristics within the Brazilian regulations for honey, and its organoleptic characteristics were well rated by population in test trials suggesting commercial potential. It was concluded that beekeeping in castor bean plantations can improve the area profitability, contribute to mitigate ecological impacts caused by agriculture, besides generating a natural, nutritive and well accepted product by the population.

Key-words: castor bean honey, colony development, brood area, honey production, honey toxicity.

# 1. INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade agropecuária que vem despertando grande interesse na região Nordeste nos últimos anos. A riqueza florística, as condições climáticas e a existência de floradas variadas ao longo do ano (PEREIRA *et al.*, 1989), fazem do Nordeste um pólo potencial para a exploração apícola racional. Na dimensão social, a apicultura contribui na geração de empregos e conseqüente melhoria sócio-econômica das populações de baixo poder aquisitivo, diversificação dos trabalhos na propriedade familiar, constituindo uma fonte alternativa de renda (LIMA, 1995; MARTINS, 1998). Neste contexto, o mel tornou-se uma atividade econômica rentável para produtores da região, tendo contribuído para que o Brasil chegasse ao posto de quinto maior exportador de mel em 2004 (FAOSTAT, 2005). A região Nordeste ocupa o segundo lugar na produção nacional de mel, atingindo 10.401.191,00 kg de mel em 2003 (IBGE, 2005). O estado cearense é o quinto produtor nacional de mel (IBGE, 2005), sendo o terceiro maior exportador, e responsável por 15,73% de todo o mel exportado do país (BRASIL, 2005), comprovando o seu grande potencial apícola.

Porém, uma das barreiras a sustentabilidade da atividade apícola na região Nordeste, particularmente no Ceará, é a sazonalidade das floradas (HERBERT *et al.*, 1996). Durante o período chuvoso as floradas são abundantes e a produção de mel é assegurada, mas na época seca as flores escasseiam e as abelhas não produzem (MACHADO, 1990; FREITAS, 1991; NORONHA, 1998). Outro aspecto relevante a se considerar é a irregularidade das chuvas e o desmatamento desordenado, seja para a obtenção de madeira ou para a introdução de extensas áreas com monocultura, substituindo a vegetação nativa. Dessa forma, as abelhas são privadas da quantidade e diversidade de espécies vegetais da caatinga, responsáveis pela produção e manutenção das colônias (PEREIRA, 2005; SANTIAGO, 2006).

Uma das culturas que vem substituindo as áreas nativas é a da mamona (*Ricinus communis* L.). Isto porque a crescente preocupação com a poluição ambiental e com a eminente exaustão das reservas de combustíveis fósseis reforça a utilização de óleos vegetais como combustível, sendo este denominado de biodiesel, combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto.

Como a mamona é adaptável às condições ambientais do Nordeste, sendo apontada como uma opção viável para geração de emprego e renda na região e que vem

ganhando destaque devido à possibilidade de uso do seu óleo para a produção de biodiesel, ela pode vir a ser a principal fonte de óleo para a produção deste combustível no Brasil.

A mamona possui 47% de teor médio de óleos nas sementes das principais cultivares recomendadas para a região Nordeste e seu óleo é dotado de características não encontrados em nenhum outro óleo. Assim sendo, a produção de biodiesel pode representar uma boa oportunidade para geração de emprego, renda e desenvolvimento no campo, principalmente para o Semi-Árido nordestino (LOPES *et al.*, 2005). Estudos recentes concluíram que a mamona constitui, no momento, a cultura de sequeiro mais rentável em certas áreas do Semi-Árido nordestino (HOLANDA, 2004).

Tendo em vista que a cultura da mamona ocupará milhares de hectares na região, além da produção de sementes de mamona na área, a coleta de pólen e/ou néctar agregaria valor à cultura aumentando assim a rentabilidade da área. Porém, a mamona ainda é uma incógnita para a apicultura. Não há nas literaturas nacional e internacional relatos acurados sobre a produção de néctar ou pólen para a exploração apícola, e suas sementes possuem uma substância tóxica para animais homeotérmicos, chamada ricina, que caso esteja presente no pólen e/ou néctar e seja tóxica à insetos, poderá causar prejuízos para a apicultura e desequilíbrios ecológicos.

Desta forma, o presente trabalho, propõe-se a estudar a possibilidade de usar *Apis mellifera* em cultivos de mamona, visando a produção de pólen e/ou néctar para a exploração apícola, bem como investigar uma possível toxicidade do pólen da mamoneira, e avaliar as características do mel da mamoneira, inclusive sua segurança para consumo humano e pelas próprias abelhas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

- Investigar a possibilidade de consorciar a atividade apícola com a cultura da mamona (*Ricinus communis* L.).

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar as condições de desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* L. em meio a plantio de mamoneira (*Ricinus communis* L.);

- Determinar se cultivos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) podem ser explorados para a produção de mel por abelhas *Apis mellifera* L. ;

- Determinar se o pólen da mamoneira (*Ricinus communis* L.) é tóxico para abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.);

- Determinar se o mel da mamoneira (*Ricinus communis* L.) é tóxico para abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.);

- Avaliar se o mel da mamoneira (*Ricinus communis* L.) apresenta algum efeito nocivo para o consumo humano;

- Conhecer as características físico-químicas do mel de mamona (*Ricinus communis* L.);

- Avaliar as características organolépticas e comerciais do mel de mamona (*Ricinus communis* L.).

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Considerações gerais

A criação racional de abelhas *Apis mellifera* L., no Brasil, é dentre as atividades zootécnicas a que mais tem crescido nos últimos 30 anos e apresenta algumas vantagens sobre as demais, como:

A vasta quantidade e diversidade da flora apícola existente, recurso para alimentação e produção de mel; a condição de fixar o homem no campo, devido o baixo custo de implantação e manutenção, gerando boa renda anual para o pequeno agricultor e congregando as comunidades em associações e pequenas cooperativas, contribuindo para a socialização da atividade; apresenta ampla diversidade de produtos (mel, própolis, pólen, cera, geléia real, apitoxina e serviços de polinização de culturas de interesse econômico e da flora nativa); o uso de pequenas áreas para sua implantação, desde que respeitando as distâncias mínimas recomendadas, independe de instalações sofisticadas, pequenas despesas com alimentação, vacinas e medicamentos; os mercados interno e externo, em plena expansão; o crescimento do mercado orgânico, principalmente para o mel produzido no Nordeste, devido as características da região; e, a imensa extensão territorial possuidora de potencial para a prática apícola e ainda inexplorada (RIBEIRO, 2005; PAULA NETO, 2006)

A apicultura é uma das únicas atividades agropecuárias que satisfaz aos três requisitos da sustentabilidade: o econômico, o social, e o ecológico. Dessa forma, fornece renda para o apicultor, utiliza mão-de-obra familiar ou contratada e contribui com a preservação da flora nativa (PAULA NETO, 2005). A atividade apícola dessa forma vem despertando grande interesse em diversos segmentos da sociedade, desde o leigo interessado na criação de abelhas, o apicultor, até os cientistas de diversas áreas como biólogos, ecologistas e médicos (SANTOS, 1997).

A apicultura ainda responde, economicamente, à altura do grande desafio atual de obter lucros em atividade rural. Seu principal produto, o mel, vem tendo o consumo aumentado a cada dia, na medida em que a sociedade busca alternativas naturais de alimentação. Graças às pesquisas, a apicultura vêm apresentando avanços em produtividade, qualidade e rentabilidade em todos os produtos apícolas citados anteriormente, capazes de otimizar a exploração comercial das abelhas *Apis mellifera* (AQUINO *et al.*, 1998).

### 3.2 O mel

O mel desde a antiguidade sempre foi considerado um produto especial utilizado pelo o homem desde os tempos mais remotos (CAMARGO, 2002).

Durante muito tempo, o mel foi o único produto doce utilizado pelo o homem em sua alimentação, aos poucos foi sendo substituído por açúcares refinados manufaturados, de qualidade incomparavelmente inferior, como os açúcares extraídos da cana-de-açúcar e da beterraba (BRANCO NETO, 1986).

O mel, verdadeiramente, é o único produto doce que contém substâncias biologicamente ativas, diferentes sais minerais e vitaminas essenciais à nossa saúde (BRANCO NETO, 1986). É ainda incomparável fonte energética e de conhecidas propriedades medicinais. Além disso, o mel é um dos poucos alimentos de reconhecida ação antibacteriana, o que lhe confere as funções de antibiótico natural (BRANCO NETO, 1986).

O mel pode ser definido como o alimento elaborado por abelhas melíferas a partir do néctar de flores e/ou de secreções de partes vivas de algumas plantas, que são coletadas, transformadas e combinadas com secreções únicas das abelhas e posteriormente estocadas nos alvéolos dos favos (LOPES *et al.*, 2001). Vale ressaltar que as abelhas podem ainda elaborar “mel” a partir de outras substâncias açucaradas. Um exemplo disso é a coleta de soluções adocicadas por insetos afídeos, podendo ser processado e armazenado pelas abelhas (NORONHA, 1998).

Segundo a Instrução Normativa nº 11, de 20 de Outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o mel pode ser classificado quanto a sua origem em mel obtido dos néctares das flores (mel floral) ou obtido principalmente de secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas (melato ou mel de melato). Quanto a sua origem floral, ele se divide em mel unifloral ou monofloral, quando obtido de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias e mel multifloral, elaborado a partir de diferentes origens florais. O mel para ser considerado como de uma única planta deve conter no mínimo 98% de dominância e ser colhido igualmente de uma região com predominância floral na área de visitação das abelhas do apiário, podendo assim ser considerado como monofloral (BARTH, 2005). O que geralmente acontece no Nordeste é o mel assumir caráter heterofloral devido a grande variação e fontes de néctar e a casual mistura de méis nos entrepostos (PAULA NETO, 2006).

De acordo com o procedimento de obtenção, o mel pode ser classificado como: mel escorrido (mel obtido por escorrimento dos favos desoperculados, sem larva); mel prensado (mel obtido por prensagem dos favos, sem larvas) e mel centrifugado (mel obtido por centrifugação dos favos desoperculados, sem larvas)

O mel pode ser classificado ainda, quanto a sua forma de apresentação e/ou processamento, sendo classificado como: mel (estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado); mel em favos ou mel em secções (mel armazenado pelas abelhas em células operculadas de favos novos, construídos pelas próprias abelhas, que não contenha larvas e comercializado em favos inteiros ou em secções de tais favos); mel com pedaço de favo (mel contendo um ou mais pedaços de favo com mel, isento de larvas); mel cristalizado ou granulado (mel que sofreu um processo natural de solidificação, conseqüente da cristalização dos açúcares); mel cremoso, mel que tem uma estrutura cristalina fina e que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que o torne fácil de untar; mel filtrado (mel que foi submetido a um processo de filtração, sem modificar seu valor nutritivo) (BRASIL, 1997).

O aroma, sabor, coloração, viscosidade e propriedades medicinais dos méis variam de acordo com a sua origem botânica e com a espécie de abelha que a produziu (CAMARGO, 2002).

No mercado mundial, o mel é comumente classificado pela cor e méis claros alcançam maiores preços que méis escuros. Existe uma relação entre cor e sabor e méis com sabor delicado geralmente são claros, enquanto que méis escuros possuem normalmente um sabor forte (FONSECA e GIOVANNINI, 1984).

### **3.3 O Agronegócio do mel no Brasil**

A apicultura brasileira, com mais de 150 anos de existência tem passado por inúmeras transformações, desde sua implantação em 1839, com a chegada das abelhas européias *Apis mellifera* L., posteriormente com a introdução das abelhas africanas *Apis mellifera scutellata* em 1956 até os dias mais recentes, sofrendo impactos biológicos, tecnológicos, econômicos e sociais (VILCKAS *et al.*, 2000).

O Brasil, que se apresentava na 27ª posição, passou para a 5ª posição no ranking mundial de exportação de mel, em apenas 50 anos de abelhas africanizadas. Estima-se que 350 mil pessoas sobrevivam com renda proveniente da apicultura (SEBRAE, 2006).

O Brasil por apresentar uma ampla área territorial com variada diversificação vegetal e um clima tropical favorável se apresenta com condições propícias para a exploração apícola, apresentando assim totais condições de se aproximar dos líderes mundiais em produção de mel (SOUZA, 2005; ZARA FILHO, SD; MAGALHÃES, SD).

Dimensionar o volume de mel produzido e comercializado é uma tarefa difícil, pois os poucos dados sobre o assunto são conflitantes. Estima-se que a produção mundial de mel durante o ano de 2004 foi de, aproximadamente, 1.306.591 toneladas, sendo a China o maior produtor (FAOSTAT, 2005).

Os maiores exportadores mundiais de mel são a Argentina, China, Alemanha, México e Brasil. Juntos esses países comercializaram durante o ano de 2004 um total de 211.805 toneladas, movimentando, aproximadamente, \$ 403.18 milhões (FAOSTAT, 2005). Os principais estados brasileiros exportadores em 2005 foram São Paulo, Ceará, Piauí e Santa Catarina (SEBRAE, 2006).

Até antes do embargo europeu ao mel brasileiro, que passou a vigorar a partir de 17 de março de 2006, devido a ausência de controle de resíduos no mel, no primeiro trimestre de 2006, o valor das exportações brasileiras de mel foi de US\$ 6,01 milhões, representando um aumento de 49,11%, em relação a igual período do ano anterior (SEBRAE, 2006). Cerca de 80% das exportações do país era destinado para a União Européia, sendo a Alemanha o principal importador.

A produção de mel em 2005 no Brasil está estimada atualmente entre 40 e 45 mil toneladas de mel/ano (MAGALHÃES, 2005), sendo o Brasil possuidor de um potencial inexplorado na ordem de 200.000 toneladas/ano (SOMMER, 1996; MAGALHÃES, SD).

O consumo de mel no Brasil vem aumentando durante os últimos anos, isto é atribuído ao aumento geral nos padrões de vida e também a um interesse maior em produtos naturais na busca de uma alimentação mais saudável. O brasileiro consome em média 60 gramas de mel ano, o que é considerado muito baixo se comparando a alguns países da Europa, como Alemanha e Suíça que possuem o consumo per capita em torno de 960g e 1500g, respectivamente (SEBRAE, 2006).

O Brasil é um dos únicos países que produz mel orgânico e não precisa usar antibióticos pra combater as doenças mais comuns que atingem as colônias. SOUZA (2006) comenta que a apicultura brasileira se encontra numa situação bastante confortável por possuir uma produção livre de aplicações de produtos químicos e está ser bem distribuída por



todo o território nacional, podendo realizar grandes produções com preços bastante competitivos, afirma ainda, que o maior desafio é assegurar a seus clientes a existência de um produto de qualidade.

O mercado externo é receptivo ao mel nacional, mas a produção é insuficiente para expandir os negócios (ZARA FILHO, SD). Ao contrário das grandes regiões produtoras no mundo, o potencial brasileiro é subaproveitado, a subutilização dos recursos florais, sua destruição indiscriminada, a falta de tecnologias em algumas regiões, ou ainda a inexistência de uma política apícola nacional e estadual, condenam a atividade ao atraso e a subprodutividade. Assim a expansão da apicultura continuará e, apesar de crises momentâneas e passageiras, a atividade só tem a crescer no país, principalmente na região Nordeste (FREITAS, 2006).

### **3.4 Potencial do Nordeste para a atividade apícola**

O Nordeste brasileiro possui um dos maiores potenciais apícolas no mundo (RIBEIRO, 1998; MAGALHÃES, SD). O clima existente na região somado a diversidade da flora, propiciam condições favoráveis para o sucesso das abelhas africanizadas (FREITAS, 1991; LIMA, 1995). A região Nordeste ocupa o segundo lugar na produção nacional de mel, tendo produzido 7.967.658 toneladas de mel em 2003 (IBGE, 2004). Os estados do Piauí, Ceará e Bahia merecem um destaque especial, juntos são responsáveis por mais de 80% da produção nordestina (IBGE, 2004).

A presença continuada de espécies em floração em qualquer época do ano, fazem da região uma excelente opção para a prática da apicultura (PEREIRA *et al.*, 1989). Dessa forma a apicultura vem contribuindo de maneira significativa para geração de emprego, renda e fixação do homem no campo (PEREIRA, 2005).

A região semi-árida nordestina cobre uma área de 1,15 milhões de km<sup>2</sup> (ALCOFORADO FILHO, 1998) e possui a caatinga como a principal formação vegetal (FREITAS, 1996). São justamente as floradas da caatinga que garantem ao Nordeste a produção de um mel totalmente puro, livre de resíduos de medicamentos e agrotóxicos, podendo ser caracterizado como mel orgânico (ALCORADO FILHO, 1998), produto bastante procurado e valorizado no mercado internacional (MAGALHÃES, SD; SOMMER, 1996; 1998).

A vegetação da caatinga possui espécies vegetais que participam da coleta de alimento para as abelhas durante todo decorrer do ano e outras somente o fazem em determinados períodos, em virtude da preferência das colônias e da própria fenologia do componente botânico. Sendo que a vegetação caatinga dispõe de espécies que contribuem na dieta das abelhas exclusivamente com pólen, ou com néctar, ou com ambos, como por exemplo, algaroba (*Prosopis juliflora*), juazeiro (*Zyziphus joazeiro*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), vassourinha (*scoparia dulcis*, L.), vassourinha de botão (*Borreria spp.*), entre outras (FREITAS, 1991; LIMA, 1995; NORONHA, 1997).

Pórem, para que a atividade apícola realmente se concretize, é preciso ter sempre em mente o tripé que tem alavancado a apicultura na região, sendo o seu grande sustentáculo: o clima da região, a abelha africanizada e a flora nativa. Destes, os dois primeiros têm se mostrado imutáveis a curto prazo. A vegetação, no entanto, é altamente suscetível à ação humana, e essa vem sofrendo com as constantes e crescentes destruições, principalmente os desmatamentos para uso agrícola da terra, como lenha, para construção de cercas, exploração de madeira, formação de pastagens, etc. (FREITAS, 2003; FEITAS e SILVA, 2006).

Neste contexto, a cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), que vem sendo apontada como uma opção viável para geração de emprego e renda no Nordeste, e que ocupará milhares de hectares na região em substituição da flora nativa, poderia ser explorada pelas abelhas. Neste caso, além da produção das sementes de mamona no cultivo, a coleta de pólen e/ou néctar agregaria valor à cultura e aumentaria a rentabilidade da área.

Porém, a mamona ainda é uma incógnita para a apicultura. Não há relatos consistentes da produção de mel desta espécie vegetal. Segundo Severino (2006), a flor da mamoneira não possui nectários e por isso não seria apropriada para a produção de mel. Por outro lado, Rizzardo (2007) relata a coleta de néctar por parte de *Apis mellifera* em nectários extraflorais, embora não comente sobre produção de mel a partir deste néctar. Já Barth (1989), não só relata a produção de mel oriunda do néctar da mamoneira, como discorre sobre as características de coloração e sabor de uma amostra de mel monofloral, supostamente da mamoneira. Apenas Severino (2006) comenta a coleta do pólen da mamoneira por abelhas. De qualquer forma, suas sementes possuem uma substância tóxica para animais homeotérmicos, chamada ricina, que caso esteja presente no pólen e/ou néctar e seja tóxica à insetos, poderá causar prejuízos para a apicultura e desequilíbrios ecológicos.

Desta forma, há a necessidade de investigações que elucidem se a mamoneira constitui uma fonte de pólen e/ou néctar atrativa para as abelhas *Apis mellifera*, se há

produção de mel em quantidade viável para a exploração apícola, bem como estudar uma possível toxicidade do seu pólen e avaliar as características do mel desta cultura, inclusive sua segurança para consumo humano e pelas próprias abelhas.

### **3.5 A cultura da mamona**

#### *3.5.1 Importância econômica*

Mamona, mamoneira, rícino, carrapateira ou palma-criste são os nomes vulgares que recebe *Ricinus communis* L., essa xerófila de origem do continente africano cuja domesticação parece ter ocorrido na Ásia (TÁVORA, 1982).

A exploração da mamona está em função de seu fruto, onde dele se extrai um óleo (produto principal) de excelentes propriedades e de largo uso como insumo industrial, e a torta (subproduto). Esta última é usada como fertilizante orgânico, já que possui a capacidade de restauração de solos empobrecidos e desgastados e pode também ser utilizada na alimentação animal, devido a seu alto teor de proteína (33 a 40%), desde que desintoxicada via vapor (30 minutos a 130°C), para a desnaturação da proteína tóxica ricina (COELHO, 1979 citado por ALVES, 2004).

O óleo de mamona possui diversas aplicações, como na prótese para ossos humanos, fabricação de tintas, vernizes e isolantes, base na manufatura de cosméticos e de diversos tipos de droga, lubrificante, etc.. Além disso, possui características exclusivas de não deixar resíduos na queima e de suportar altas temperaturas não perdendo a viscosidade (superando os óleos derivados do petróleo), sendo, portanto, ideal para motores de alta rotação, foguetes espaciais e os sistemas de freios dos automóveis (MONTEIRO, 2005).

O óleo de mamona também é empregado em vários processos industriais: como na fabricação de corantes, anilinas, desinfetantes, germicidas, óleos lubrificantes de baixa temperatura, colas e aderentes, utilizado como base para fungicidas e inseticidas, tintas de impressão, vernizes, nylon e matéria plástica (CHIERICE e CLARO NETO, 2001).

Não é apenas o óleo e a torta que possuem aplicações, da mamona praticamente tudo se aproveita, já que suas folhas servem de alimento para o bicho-da-seda da mamona (*Philosamis ricini*) e, juntamente com a forragem, aumentam a produção láctea de vacas. A

haste, além de celulose própria para a fabricação de papel, fornece material para a produção de tecidos grosseiros (SANTOS *et al.*, 2001).

Além de todas essas aplicações, existe um novo nicho de mercado para a mamona no campo energético, diante da possibilidade do uso do óleo de mamona na produção de biodiesel.

### 3.5.2 O biodiesel produzido do óleo da mamona

Os vários problemas ambientais causados pelo uso de fontes de energia não renováveis e poluidoras têm gerado grande interesse pela produção e uso do biodiesel. De fato, do ponto de vista ambiental, o biodiesel reduz significativamente a emissão de poluentes, favorecendo a diminuição de doenças respiratórias provocadas pelos combustíveis fósseis (ALVES, 2004). Sua utilização em maior escala pode reduzir o acúmulo de gases responsáveis pelo efeito estufa e aquecimento global da atmosfera (LOPES *et al.*, 2005).

A produção do biodiesel a partir do óleo da mamona apresenta várias vantagens. O óleo da mamoneira é tido como um dos mais versáteis na natureza, só se comparando ao do petróleo, mas com a vantagem de ser um produto renovável e barato (SANTOS *et al.*, 2001). Ele também é mais barato que os outros óleos vegetais (BELTRÃO *et al.*, 2001), além disso, a mamona é a cultura cuja semente apresenta o maior teor de óleo, aproximadamente 49% (PETROBRÁS, 2003 citado por ALVES 2004).

Segundo a National Biodiesel Board, órgão responsável pela implementação de biodiesel nos Estados Unidos, o Brasil possui as condições necessárias para liderar a produção mundial de biodiesel a partir da mamona, atendendo pelo menos com 60% da produção mundial, tendo o Nordeste como a região de maior aptidão para a exploração desta cultura (ALVES, 2004). De fato, o Brasil, com a sua extensa área territorial associada às condições edafo-climáticas, se destaca com potencial para a exploração de biomassas para fins alimentícios, químicos e energéticos (PARENTE, 2003).

Nesta linha de pensamento, o Conselho de Altos Estudos e Avaliação da Câmara dos Deputados, divulgou, no início de setembro de 2002, o estudo “Biodiesel e Inclusão Social” onde prevê que a mamoneira deve se consolidar como a principal fonte de óleo para a produção do biodiesel a ser produzido no Brasil (HOLANDA, 2004).

A mamona representa um enorme potencial para a economia do país, seja pelo fato de ser uma cultura bastante resistente à seca (caso do Nordeste), fixar o homem no

campo, como também pela geração de emprego e matéria-prima para a indústria nacional (SANTOS *et al.*, 2001). Além disso, a maioria dos cultivos é realizada por agricultores familiares, que possuem mais de 80% de área plantada (CARVALHO, 2005).

### 3.5.3 Botânica

A mamoneira é pertencente à subdivisão Fanerogamae ou Espermatophita, filo Angiospermae, classe Dicotyledonae, subclasse: Archichlamydae, ordem Geraniales, família Euphorbiaceae, gênero *Ricinus*, espécie: *R. Communis* e subespécie *R. communis communis* (MELHORANÇA, 2005).

A planta da mamoneira apresenta hábito arbustivo, com diferentes colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo possuir ou não cera no caule e no pecíolo.

A mamona possui grande variabilidade em relação a seu hábito de crescimento, cor da folhagem e caule, coloração e teor de óleo da semente, sendo que alguns cultivares diferem enormemente entre si (TÁVORA, 1982).

As sementes possuem diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração, e delas se extrai um óleo com excelentes propriedades, de inúmeras utilizações como insumo industrial (RODRIGUES FILHO, 2000).

Segundo BELTRÃO *et al* (2001), a mamoneira é uma planta bastante complexa no que se refere à sua morfologia, biologia floral e fisiologia, apresenta metabolismo fotossintético ineficiente C<sub>3</sub>; porte muito variado, de 0,8m a 7m de altura, seu caule possui coloração variando do verde ao vermelho e roxo; o sistema radicular é pivotante e fistuloso (oco); geralmente apresenta flores masculinas e femininas arranjadas em uma inflorescência terminal, onde, nos tipos normais, as flores masculinas se encontram na parte inferior e as femininas na parte superior. A polinização é do tipo anemófila e os frutos são do tipo cápsula, lisos ou com estruturas semelhantes a espinhos, deiscentes ou indeiscentes.

### 3.5.4 Características Agronômicas

A mamoneira apresenta porte arbustivo e é possuidora de elevado grau de resistência à seca, não suportando excesso de umidade, tanto no solo, quanto no ar, bem como ventos fortes, necessita de muita luminosidade e de dias longos (BELTRÃO *et al.*, 2002).

A mamona apresenta seu ótimo desenvolvimento quando cultivada em ambientes com temperatura média variando entre 20 e 30°C, precipitação pluviométrica variando entre 450 e 1000 mm/ano, altitude entre 300 e 1500 metros (WEISS, 1971), solos bem drenados e porosos e com pH entre 6 a 6,5 são ideais para o cultivo da mamoneira (CARVALHO, 2005). Portanto, sua exploração comercial situa-se entre as latitudes 40°N e 40°S (TÁVORA, 1982).

### 3.5.5 *Biologia Floral da mamoneira*

A mamoneira é uma planta monóica (RIBEIRO FILHO, 1966) apresentando inflorescência do tipo panicular, denominada de racemo, as flores femininas e masculinas estão presentes em uma mesma inflorescência, mas em posições diferentes, acima e na parte inferior, respectivamente (BELTRÃO *et al.*, 2001).

A panícula é terminal e representa o final de um ramo. Em algumas cultivares botânicas, as flores masculinas e femininas podem está distribuídas por toda a inflorescência, podendo ainda apresentar flores andrógenas no racemo. O primeiro racemo é o de maior tamanho e denominado principal, sendo que, devido ao tipo da inflorescência, em particular da sua conformação e distribuição de flores, a polinização é do tipo anemófila, podendo a taxa de alogamia alcançar mais de 40%, embora seja considerada autógama (RIBEIRO FILHO, 1966).

Os racemos podem apresentar formatos cônicos, cilíndricos ou ovais (MOSHKIN & PERESTOVA, 1986 citado por MONTEIRO, 2005). A floração inicia-se no racemo principal e, após 10 a 12 dias dá se início o florecimento do racemo de segunda ordem.

A biologia floral da mamoneira é bastante complexa, apresentando diversas expressões da sexualidade. Para Moshkin (1986b citado por MONTEIRO, 2005), na mamoneira os tipos de sexualidade encontrados são:

- fêmea estável (a planta só possui flores femininas em todos os racemos); conhecida também como pistiladas ou ginandióicas, ou N- pistiladas, fruto de um par de genes recessivos;
- fêmea instável (a planta apresenta racemo central pistilado e os demais parcial ou totalmente monóicos);
- plantas inclinadas para fêmea (possuem um pequeno número de flores masculinas, máximo de 10, na parte basal da inflorescência);

- plantas com poucas flores masculinas, ocorrendo em todas as partes do racemo, entre as femininas;

- plantas monóicas (normal);

- plantas só com flores masculinas;

Além dos tipos descritos acima, existem plantas com flores hermafroditas, podendo ainda ocorrer, a reversão sexual, dependo de fatores genéticos, do ambiente e do manejo cultural praticado. Entre os fatores que afetam a expressão sexual na mamoneira estão: idade da planta e dos racemos (os primeiros apresentam maior quantidade de flores femininas), comprimento do dia (dias curtos elevam a taxa de flores masculinas em relação as flores femininas), temperatura (elevada favorece a incidência de flores masculinas) e poda (ocasiona o surgimento de um maior número de flores femininas) (WEISS, 1971).

### *3.5.6 Flor da mamoneira*

As flores masculinas, como as femininas são apétalas, sendo protegidas no botão por 3 a 5 sépalas. As flores masculinas possuem um grande número de estames com filamentos ramificados – 20 a 40 ramificações primárias, 40 a 80 ramificações secundárias e 500 a 800 anteras. As anteras são arredondadas e de coloração amarela, sendo constituídas de duas tecas que abrem explosivamente lançando pólen a grandes distâncias (TÁVORA, 1982). A liberação de grãos de pólen viável geralmente acontece duas a três horas antes do amanhecer, continuando por um a dois dias (WEISS, 1983). Altas temperaturas, a idade da planta e o dia de comprimento curto favorecem o surgimento de flores masculinas (WEISS, 1971).

A flor feminina apresenta pedúnculo geralmente não articulado e cálice com cinco sépalas desiguais, ovário súpero tricarpelar, com placentação axial, estilo curto e trifurcado (RIBEIRO FILHO, 1966). A antese parece acontecer da base para o ápice da inflorescência (TÁVORA, 1982).

### *3.5.7 Polinização*

A autopolinização prevalece na mamoneira, mesmo com uma evidência de ligeira protoginia (GURGEL, 1945). Os estigmas ficam receptivos algum tempo antes das flores

masculinas abrirem. Há controvérsias sobre isso, já que a abertura das flores ocorre da base para o ápice, e como as flores masculinas se encontram na base, essas devem abrir primeiramente que as flores femininas. Mesmo que aconteça a protoginia, esse fato por si só não constitui barreira a autopolinização, pois as flores femininas permanecem receptivas por um período de 5 a 10 dias. Outro aspecto como barreira a autopolinização a ser considerado é a localização das flores (flores masculinas na base e flores femininas no ápice). Porém, a explosiva deiscência da antera, leveza e grande produção de pólen contornam essa barreira (TÁVORA, 1982).

Segundo Severino (2006) prevalece na mamoneira a anemofilia e abelhas não contribuem para sua polinização. No entanto, Rizzardo (2007) observou que a introdução de colônias de *Apis mellifera* levou a acréscimo na produção de frutos e sementes na mamoneira, tendo as sementes apresentado um maior teor de óleo, quando comparada com área semelhante sem a introdução de abelhas.

### 3.5.8 Nectários

Os nectários são glândulas especializadas em exportar açúcares. Estão presentes em inúmeras espécies de plantas, tanto dicotiledôneas como monocotiledôneas. São classificados como floral quando situados na estrutura da flor e extrafloral quando localizado nas partes vegetativas da planta (SHUEL, 1991).

Enquanto os nectários florais geralmente estão associados à atração de polinizadores, a presença de nectários extraflorais costuma estar relacionada com a atração e recompensa de formigas que, ao fazer uso das secreções de néctar como alimento, protegem a região ao redor dos nectários de fitófagos, que podem causar danos à planta e conseqüentemente à sua fonte de alimento, ou ladrões de néctar que tentam obtê-lo de forma ilegítima e que não polinizaria a flor (PIEROTTI, 2000).

Os nectários presentes na mamoneira são extraflorais e estão distribuídos por todo os pecíolos e folhas da mamoneira. Cada folha possui aproximadamente de 3 a 7 nectários. Eles possuem pedicelo curto e extremidade achatada, normalmente com 2mm de comprimento (FIGURA 1). Sua estrutura é composta de uma camada epidermal, possuindo sistema vascular e cavidades contendo antocianina (BAKER *et al.*, 1977).

O néctar extrafloral de mamoneira (*Ricinus communis*) é basicamente composto de seiva do floema modificada com pequena contribuição de fluídos do xilema. A composição



do açúcar do néctar extrafloral de mamoneira é similar a observada em outras plantas nectaríferas, com os açúcares compreendendo 97% da matéria seca do néctar, sendo a sacarose, glicose e frutose os principais açúcares presentes, a relação completa pode ser observada na Tabela 1. A relação frutose glicose é de 1 : 1 (BAKER *et al.*, 1977).

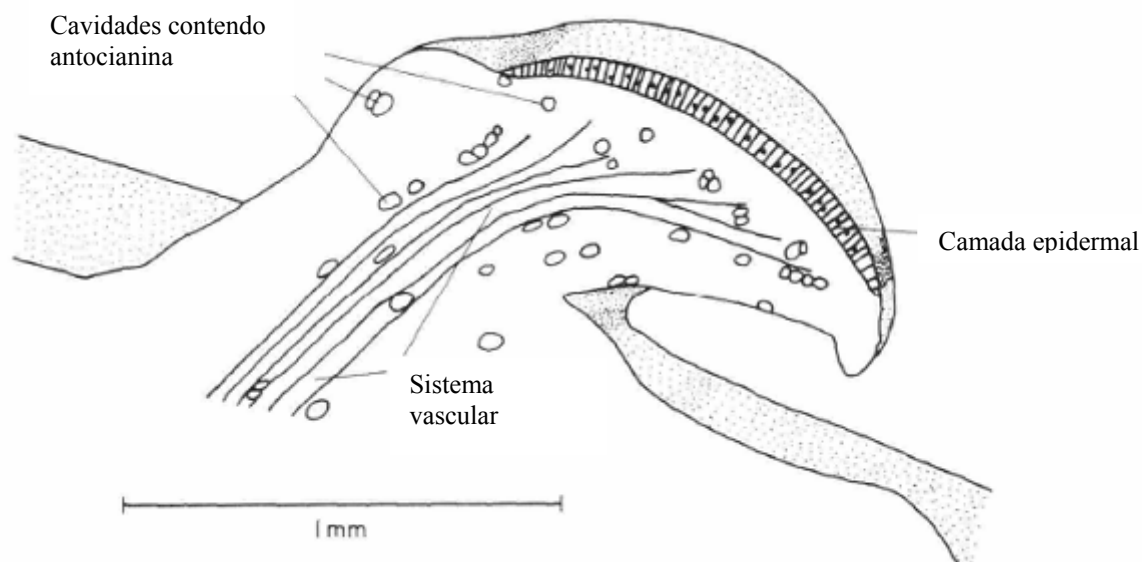


FIGURA 1: Representação da estrutura do nectário de mamoneira (*Ricinus communis*), mostrando a camada epidermal, a distribuição do sistema vascular e cavidades que contendo antocianina. Fonte: BAKER *et al.*, 1977.

TABELA 1: Concentração do néctar extrafloral de mamoneira (*Ricinus communis*). Fonte: BAKER *et al.*, 1977.

| Componentes                | Néctar extrafloral de mamoneira |             |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|
|                            | mg/ml                           | mg/g açúcar |
| Matéria seca               | 900                             | –           |
| Sacarose                   | 280                             | 321         |
| Glicose $\alpha$           | 107                             | 123         |
| Glicose $\beta$            | 190                             | 218         |
| Frutose $\alpha$ e $\beta$ | 295                             | 338         |
| Galactose                  | 1                               | 1,1         |
| Proteína                   | 0,12-0,20                       | 0,14-0,23   |
| Ácidos glutâmicos          | 1,7                             | 1,95        |
| Ácidos orgânicos           | traços                          | –           |
| Nitrato                    | 0,04                            | 0,05        |
| Fósforo                    | 0,17                            | 0,19        |
| Potássio                   | 7,0-9,4                         | 8,0-10,8    |
| Sódio                      | 0,092-0,21                      | 0,11-0,24   |
| Cálcio                     | 0,48-0,80                       | 0,55-0,92   |
| Magnésio                   | 0,15-0,22                       | 0,17-0,25   |
| pH                         | 6,8-7,2                         | 6,8-7,2     |

### 3.5.9 Substâncias tóxicas da mamoneira

Existem diversos relatos referentes à presença de princípios tóxicos e alergênicos presentes nas partes vegetativas, sementes e pólen de mamona (CORWIN, 1954; WALLER e HERDERSON, 1961; FURIHATA, 1952; SPIES & COULSON, 1965; LAYTON *et al.*, 1961; e COULSON *et al.*, 1960, citados por TÁVORA, 1982).

Moshkin (1986) relata que a ricina, proteína tóxica da mamona, é concentrada no endosperma da semente e totalmente ausente em outras partes, até mesmo nos órgãos vegetativos.

Informações mais elucidadas é que as sementes da mamona diferem de outras oleaginosas devido ao conteúdo de componentes específicos, como a proteína tóxica ricina, o alcalóide relativamente inofensivo ricinina e um alergênico conhecido como castor-bean allergen (CBA) que é a mistura de proteínas de baixo peso molecular (WEISS, 1983; WEISS, 1986, citados por FREIRE, 2001).

Em geral, o que se observa são informações contraditórias. Desta forma faz-se necessário a investigação da toxicidade, se existente ou não, no pólen e no néctar proveniente dos nectários extraflorais.

## 3.6 Avaliação toxicológica

Os toxicologistas afirmam que todas as substâncias podem apresentar toxicidade conforme a dosagem utilizada. Até mesmo a água pura pode ser tóxica. A toxicidade relativa das substâncias classifica-se em três níveis básicos, que compreendem, as substâncias essencialmente não tóxicas e que podem ser consumidas numa dosagem de pelo menos dez vezes a mais do que normalmente são ingeridas, sem nenhum efeito nocivo; substâncias que são levemente tóxicas e causarão reações adversas nesse nível e podem até mesmo ser fatal para algumas pessoas, porém são relativamente livres de efeitos adversos numa dosagem normal de até três vezes o limite normal de sua utilização e substâncias que têm um potencial de causar efeitos adversos mesmo no limite normal de uso e podem causar efeitos nocivos significativos ou fatais (MÍDIO, 1992).

Geralmente a toxicidade é expressa como Dose Letal Média ou DL50, que é um valor estatisticamente derivado da administração de uma dose única de uma substância que pode provocar a morte de 50% dos animais da experiência, sendo tabelada relativamente aos

valores em grama ou miligrama de produto por quilo de peso corpóreo do animal (BRITO, 1994).

Os principais tipos de ensaios toxicológicos são: toxicidade aguda (dose simples), toxicidade aguda (doses repetidas), toxicidade subcrônica (curta duração), toxicidade crônica (longo prazo), mutagênese e carcinogênese, efeitos locais sobre a pele e olhos e sensibilidade cutânea. A toxicidade aguda é definida como os efeitos adversos que ocorrem dentro de um curto período de tempo após a administração de uma dose única ou doses múltiplas de uma substância-teste (dentro de um período de 24 horas). É uma avaliação estimativa e preliminar das propriedades tóxicas de uma substância-teste, fornecendo informações sobre os riscos para a saúde, resultantes de uma exposição de curta duração pela via escolhida. Também serve de base para o estabelecimento de um regime de doses para as pesquisas de toxicidade sub-crônica e crônica. A toxicidade subcrônica fornece informações sobre os riscos potenciais para a saúde, devido a uma exposição de doses repetidas de uma substância em um período de tempo de trinta ou noventa dias. Além disso, também fornece informações adicionais sobre órgãos-alvo e sobre efeitos cumulativos. Os dados obtidos fornecem estimativas do nível de exposição sem efeito, que servirá de base para o estabelecimento de um regime de doses para as pesquisas de toxicidade crônica e outros estudos, além de informações iniciais de segurança em relação à exposição da substância-teste para o homem. A característica principal de um ensaio toxicológico subcrônico de trinta ou noventa dias é que, o tempo na qual a substância é administrada tem de ser claramente definido, de acordo com o tempo de exposição previsto em sua utilização, e deve constar no relatório (BRITO, 1994).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Localização

A pesquisa de campo foi conduzida no Núcleo de produção comunitária Santa Clara, pertencente à empresa Brasil Ecodiesel, localizada entre os municípios de Eliseu Martins e Canto do Buriti, Piauí, km 65 da rodovia PI 141, distando 475 km da cidade de Teresina. O local do experimento está situado a  $8^{\circ} 08' 32,4''$  de latitude sul e  $43^{\circ} 27' 12,9''$  de longitude oeste, com uma altitude de 441 metros em relação ao nível do mar (FIGURA 2). Os experimentos foram iniciados em maio de 2006, sendo finalizados em julho do mesmo ano.



FIGURA 2: Localização dos municípios de Canto do Buriti –PI e Fortaleza - CE, 2006. Fonte: Google Earth (2006).

Os experimentos laboratoriais e análises foram realizados no Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará; Laboratório de Experimentação Animal, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Fortaleza; Laboratório de Análises Sensoriais da Universidade Federal do Ceará, todos em Fortaleza – CE, Laboratório de

Análises de mel da Fazenda Esperança - Grupo Edson Queiroz, em Cascavel – CE e no Laboratório de Bromatologia pertencente ao Curso de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Tecnologia Centec - Cariri, localizada em Juazeiro do Norte.

## **4.2 Clima**

Segundo a classificação climática de KOEPPEN, o clima do município de Canto do Buriti é do tipo semi-árido úmido, com estação chuvosa no verão, pluviosidade média de 813,80 mm anuais, temperatura média de 30,2°C, apresentando o mês de dezembro como o mais quente e o mês de julho como o mais frio (MEDEIROS, 2000). O município situa-se na região do Semi-árido Piauiense, possuindo uma área de 4.409,80 km<sup>2</sup> (IBGE, 2005).

Durante a execução dos experimentos foi registrado uma temperatura média de  $26,0 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$ , e a umidade relativa do ar de  $65,8 \pm 11,8\%$ , medidos com um termo- higrômetro digital MTH-1360, marca Ininipa..

## **4.3 Escolha e preparo da área**

O núcleo de produção comunitária Santa Clara foi escolhido por apresentar condições satisfatórias para o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, possuía uma extensa área ocupada por mamoneiras da variedade BRS 149 Nordestina. A área experimental útil abrangia 3115 ha, sendo esta dividida em 20 células, cada célula era composta de 35 casas e identificada por uma letra. A célula ``J`` foi utilizada como área experimental e possuía uma área de 175 ha, o que proporcionou a instalação de dois apiários, respeitando a distância mínima de 1500 metros entre eles e assegurando uma distância segura para as residências dos moradores das células (FIGURA 3).



FIGURA 3: Célula dos moradores composta por 35 casas em meio ao plantio de mamona (*Ricinus communis*) no Núcleo de produção comunitária Santa Clara, empresa Brasil Ecodiesel, Canto do Buriti – PI. 2006.

O preparo da área foi realizado três dias antes da chegada das colméias e constou de uma inspeção minuciosa para a escolha do local para a implantação dos apiários, já que se buscavam áreas semelhantes em relação ao estágio de desenvolvimento das mamoneiras, mas com uma diferença básica; uma das áreas deveria ser o mais livre de outras espécies vegetais possível, possuindo apenas mamoneiras (área limpa) e a outra apresentar outras espécies vegetais, sendo assim considerada a “área suja”. Esta diferença entre as áreas visava comparar a atratividade da mamoneira para as abelhas em relação às espécies competidoras potenciais. Após a escolha do local foi necessária a confecção de um acesso ao centro da área, este que também teve como finalidade a de incorporar tanques para o fornecimento de água para as abelhas, servindo assim como bebedouros artificiais.

## 4.4 Colônias experimentais

### 4.4.1 Origem e estado populacional das colônias

As colônias utilizadas no experimento foram fornecidas por apicultores do município de Cristino Castro, Piauí, onde a apicultura se destaca como importante meio de geração de emprego e renda. As colônias utilizadas eram de abelhas africanizadas (*Apis mellifera ligustica* x *Apis mellifera scutellata*), de origem e grau de mestiçagem

desconhecido, mas muito bem adaptadas às condições ambientais da região. Todas estavam alojadas em colméias tipo Langstroth.

Teve-se o cuidado de selecionar colônias com população uniforme e estas se apresentavam com um bom estado populacional, contendo de 6 a 8 quadros com crias e de 2 a 4 quadros com alimento. Essa reserva de alimento deve-se ao fato do não conhecimento do potencial da mamoneira para manutenção ou mesmo para produção apícola. Dessa forma, as colônias selecionadas foram deixadas com uma reserva de mel maior no ninho, já que as melgueiras estavam vazias, para assegurar a sobrevivência das colônias, caso o plantio de mamona não fornecesse néctar suficiente para mantê-las até o final do experimento.

#### 4.4.2 Preparação e transporte das colméias

Após a escolha das colônias procedeu-se a retirada das melgueiras e a colocação de telas de transporte. Momentos antes do deslocamento foram fechados os alvados com tiras de esponja e verificados possíveis furos nas colméias. Em seguida elas foram transportadas para um caminhão, fornecido pela Brasil Ecodiesel, empilhadas e amarradas firmemente, evitando assim qualquer acidente durante a viagem. O transporte foi realizado no período noturno e logo que as colméias chegaram ao local experimental retiraram-se as tiras de esponja, liberando o alvado das colméias (FIGURA 4).



FIGURA 4: Detalhe da tela de transporte utilizada (a) e transporte das colméias (b) do município de Cristino Castro - PI, para o Núcleo de produção Comunitária Santa Clara em Canto do Buriti - PI, 2006.

#### 4.4.3 Distribuição das colméias no local do experimento

Cada colméia foi instalada sobre hastes de aço, fixadas anteriormente, ficando a uma altura de aproximadamente 50 cm do solo. Foram montados 2 apiários (área limpa e área suja), cada qual comportando 6 colméias. Por questão de disponibilidade de área, no apiário da área suja as colméias foram dispostas em filas duplas, com o espaçamento entre filas de 4m e entre colméias de 2m. Já no apiário da área limpa as colméias foram dispostas em fila simples, apresentando uma distância de 2m entre as colméias.

#### 4.4.4 Manejo das colônias

Após quatro dias das colméias instaladas na área experimental foi realizada uma revisão com o intuito de verificar as condições das colônias. Foram retiradas as telas de transporte e instalado em cada colméia uma tela excludora de rainha e uma melgueira vazia possuindo quadros com favos puxados, para um possível armazenamento de mel e também com o intuito de aumentar o espaço interno das colméias, facilitando dessa forma a regulação da temperatura interna. Foram realizadas vistorias à noite para observar se as colônias sofriam algum ataque de formigas saraça (*Camponotus* sp.) ou de algum outro predador.

### 4.5 Levantamento fenológico da área e laminário de referência

Ao longo do período experimental, percorreu-se a área de uma circunferência com 1,5 km de raio, a partir das colméias da “área suja”, onde foram coletados espécimes em florescimento. Botões florais dessas plantas foram amostrados para preparar uma coleção de lâminas de pólen de referência e para identificação no herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará.

O laminário de referência foi constituído de uma coleção de lâminas do pólen das plantas que se encontravam em florescimento, durante o período de estudo. O objetivo foi obter grãos de pólen de cada espécie vegetal amostrada, podendo assim comparar com o pólen das lâminas confeccionadas à partir das amostras de mel e pólen colhidas nas colméias, resultando dessa forma na identificação das plantas que fizeram parte da dieta das abelhas ao longo do período experimental (FREITAS, 1991).



O laminário de referência foi montado coletando-se pólen de botões florais, que logo após eram incluídos em gelatina glicerinada não corada (BARTH, 1989) e vedadas com parafina. Foram confeccionadas duas lâminas para cada espécie vegetal.

#### **4.6 Comportamento de pastejo das abelhas *Apis mellifera* L. na mamoneira**

O comportamento de pastejo das abelhas melíferas foi observado durante 10 dias, das 7:00 às 18:00h, durante a execução do experimento, observando por 10 minutos a cada hora. Foram coletados dados a respeito do número de abelhas, comportamento delas nas flores e nectários extraflorais e recurso coletado (néctar ou pólen).

#### **4.7 Coleta, preparo e análise das amostras de pólen**

As amostras de pólen foram obtidas em um apiário próximo que apresentava condições semelhantes a do apiário da área suja. O próprio apiário da área suja não foi utilizado para não interferir com a atividade das abelhas e influenciar os resultados de pesagens e desenvolvimento em relação ao apiário da área limpa.

As amostras de pólen foram coletadas em dias alternados, por um período de 15 dias, perfazendo um total de oito coletas. Cada coleta constou de seis repetições, obtidas através de coletores de pólen instalados nos alvados das colméias por 24h (17:00 as 17:00h do dia seguinte). Imediatamente após a coleta, cada amostra foi acondicionada em sacos plásticos e mantida sob refrigeração a uma temperatura de - 6° C.

As análises polínicas das amostras foram conduzidas no Laboratório de Abelhas do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no período de julho a setembro de 2006. Para tanto, três sub-amostras (0,5 g), de cada amostra foram montadas em lâminas para microscopia com gelatina glicerinada, segundo Miranda e Andrade, (1990). As cargas de pólen de cada sub-amostra foram colocadas em uma placa de Petri, sendo homogeneizado todo o material com algumas gotas de água, e coletado posteriormente com um pedaço quadrado de gelatina de 0,1 mm<sup>2</sup>, transferido para lâmina de microscópio quente e, após o derretimento da gelatina, delimitado por parafina líquida, em sequência à junção da lamínula.

Para a caracterização do espectro polínico e contagem dos grãos de pólen, fez-se uma varredura ao microscópio em cada uma das três lâminas de cada sub-amostra para identificar os tipos de pólen presentes nas amostras por meio de comparações com o laminário de referência. Os grãos encontrados foram discriminados em pólen de mamoneira e de outras espécies. Após a identificação, foi realizada uma contagem de 200 grãos de pólen por sub-amostra, observando a quantidade de pólen da mamona em relação às outras espécies vegetal presentes na área. A contagem dos grãos de pólen foi feita escolhendo campos de visão ao acaso, deslocando a lâmina lentamente até atingir os 200 grãos. Foram calculadas as médias para cada amostra, considerando as seis repetições e três sub-amostras, e o percentual de participação do pólen de mamona nas amostras.

#### **4.8 Desenvolvimento das colônias e produção de mel**

As colônias foram acompanhadas por 60 dias (dois meses), do período de florescimento da cultura de mamona, tendo o experimento sido finalizado no início da estação seca, quando boa parte dos frutos já se encontrava em estágio de maturação. As revisões para a coleta de dados foram realizadas a cada 7 dias à partir da instalação dos apiários na área experimental, perfazendo um total de 8 coletas ( aos 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 dias).

O procedimento para a coleta de dados foi realizado sempre ao final da tarde (entre 16:00 e 18:00 h). Os quadros de ninhos foram submetidos ao mapeamento das áreas de cria e alimento, segundo o método de Al-Tikrity *et al* (1972), que consiste em introduzir todos os quadros da colméia em um suporte de madeira subdividido com fio de nylon em pequenos quadrados com área de 4 cm<sup>2</sup> (FIGURA 5). Após a introdução do quadro, eram retiradas fotografias com uma câmera digital da marca Sony, modelo DSC-W5 de ambos os lados do quadro para posterior contagem da quantidade de quadrados que possuíam mel, pólen, cria aberta (ovo e larva) e fechada de operária, cria de zangão.



FIGURA 5: Suporte de madeira utilizado para realizar os mapeamentos dos quadros de ninhos das colônias de *Apis mellifera* em Canto do Buriti, PI, durante a execução do experimento.

Os dados de contagem (DC) foram transformados em área (A) sendo multiplicados a quantidade de quadrados por 4cm<sup>2</sup>, como mostrado abaixo.

$$A = DC \times 4\text{cm}^2$$

Em paralelo a esse procedimento foram realizadas pesagens dos ninhos e melgueiras em balança Brião modelo C 300 com carga máxima de 300kg e mínima de 4kg e anotados em uma ficha de controle de cada revisão.

Cada ninho recebeu uma numeração (1 a 6) e a letra do seu respectivo apiário (L – apiário da área limpa, S – apiário da área suja) e as melgueiras numeradas foram sendo adicionadas de acordo com a necessidade de cada colônia.

O mel foi coletado das colméias que apresentaram produção. As melgueiras foram colhidas quando 80% da área dos seus favos se encontravam operculados, significando que o mel estava maduro, como sugere Souza (2004). Cada melgueira colhida foi pesada, identificada com a letra do seu respectivo apiário (L - área limpa, S - área suja), uma vez que já haviam sido numeradas quando de sua colocação. Dessa forma podendo ser obtido a produção individual de cada colônia e a produção total por apiário.

Os dados relativos à área de mel, pólen, cria aberta (ovo e larva) e fechada de operária, cria de zangão, pesagem do ninho e acúmulo de mel nas melgueiras foram analisados comparando-se os apiários entre si a cada data de coleta. Para tanto, realizaram-se

análises de variância para cada data e as médias foram comparadas pelo teste *t*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado.

#### **4.9 Coleta e preparo das amostras de mel**

Ao chegar à Casa do Mel, cada melgueira foi desoperculada individualmente, os opérculos foram acondicionados em sacos plásticos que receberam a identificação correspondente a sua colméia, enquanto que os favos desoperculados foram centrifugados para extração do mel.

Os opérculos, por sua vez, foram depositadas em peneiras separadas, preservando a identidade das melgueiras que deram origem a cada porção de opérculos, permanecendo por um período de dois a três dias, tempo suficiente para que o mel escorresse, separando-se dos opérculos. Esse mel então foi coletado em frascos separados, e constituiu as amostras usadas nas análises melissopalínológicas.

A preparação das lâminas das amostras de mel foi realizada de forma semelhante ao método padronizado de MAURIZIO & LOUVEAUX, exemplificado por BARTH (1989). Esse método consiste em dissolver 10g de mel em 20ml de água destilada. Após centrifugação (3000 rpm por 6 minutos) o sedimento foi incluído em gelatina glicerinada não corada e vedado com parafina. Foram confeccionadas quatro lâminas para cada amostra de mel coletada.

#### **4.10 Análise melissopalínológica das amostras de mel**

As amostras foram analisadas em microscópio Opton, para determinação da origem floral do mel, em relação ao pólen existente. Diante da escassez de pólen apresentada nas amostras realizou-se contagem total dos grãos existentes. A terminologia “outros” foi adotada para denominar os tipos polínicos que não fossem da mamoneira.

#### **4.11 Análise físico-química das amostras de mel**

As análises físico-químicas das amostras de mel foram realizadas no Laboratório da Fazenda Boa Esperança - Grupo Edson Queiroz, e no Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) de Juazeiro do Norte – CE.

As amostras obtidas do apiário da área limpa, como também do apiário da área suja, foram submetidas à análises laboratoriais, para a determinação de cada um dos seguintes parâmetros: umidade, brix, pH, acidez, teor de cinzas, pureza (prova de Lund), sólidos insolúveis, hidroximetilfurfural (HMF), açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais e a presença de diástase. Os resultados obtidos para todos os parâmetros estudados, foram comparados com as especificações técnicas estabelecidas pela legislação brasileira, conforme publicação no diário oficial, de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), que se refere as normas higiênica-sanitárias e tecnológicas para mel, cera de abelhas e derivados.

A coloração do mel foi determinada com um colorímetro e teve correspondência com a escala clássica estabelecida por Pfund no “Pfund-Color-Grader” (in ZANDER e MAURIZIO, 1975, citado por BARTH, 1989).

#### **4.12 Experimento de toxicidade do mel de mamona na alimentação de abelhas**

*Apis mellifera* L.

A possível toxicidade do mel de mamona para abelhas melíferas foi analisada pelo índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM) das abelhas confinadas em gaiolas e alimentadas com mel proveniente da mamona, sendo estas comparadas com abelhas alimentadas com mel proveniente de uma outra florada (silvestre), e certamente não tóxico.

Para essa avaliação foram colocados em uma incubadora, quadros de crias de *Apis mellifera* contendo pupas prestes a emergir. A temperatura interna e a umidade relativa da incubadora foram mantidas em 34° C e 67%, respectivamente. Após a emergência, as abelhas operárias foram confinadas em gaiolas de madeira com dimensões de 8 x 11 x 13cm. As gaiolas foram confeccionadas segundo Pereira (2006), e possuíam as duas laterais mais largas de vidro e eram compostas de piso telado, tela anti-fuga, dois orifícios na superfície superior para fornecimento do alimento energético (50% mel + 50% água) e água. Cada gaiola comportou aproximadamente 50 operárias que dispunham de pólen, água e alimento

energético *ad libitum*. (FIGURA 6). O alimento energético e a água foram fornecidos pelos orifícios superiores em vidros emborcados com tampas adaptadas. O alimento protéico utilizado foi pólen *in natura*, na forma macerada sendo diariamente fornecido em recipiente plástico colocado no piso da gaiola.

Para a mensuração do índice de mortalidade e o tempo médio de mortalidade, diariamente eram removidas as abelhas mortas de cada gaiola e registradas em uma ficha de controle até que todas as operárias estivessem mortas.

O experimento foi realizado entre 26 de setembro a 09 de outubro de 2006 e constou de dois tratamentos (mel de mamona e mel silvestre) com três repetições.

O índice de mortalidade (IM) foi obtido pela razão entre a quantidade de abelhas mortas e a duração do experimento em dias. O tempo médio de mortalidade (TMM) foi obtido pela razão entre o somatório das abelhas mortas multiplicado pelo número de dias dividido pelo total de abelhas mortas (PEREIRA, 2005). As fórmulas são descritas abaixo:

$$IM = \frac{\text{quantidade de abelhas mortas}}{\text{número de dias}}$$

$$TMM = \frac{\sum (\text{abelhas mortas} \times \text{número de dias})}{\text{total de abelhas mortas}}$$

A análise dos resultados foi obtida por meio de comparação de médias dos índices e taxas obtidas, pelo teste *t*, em nível de 5% de significância.



FIGURA 6: Gaiolas de confinamento utilizadas no teste de toxicidade realizado entre 26 de setembro e 09 de outubro de 2006 em Fortaleza, CE.

#### 4.13 Experimento de toxicidade de pólen de mamona na alimentação de abelhas *Apis mellifera* L.

A possível toxicidade do pólen de mamoneira para *Apis mellifera* foi investigada de modo semelhante ao realizado para a toxicidade do mel. O experimento foi realizado entre 14 e 29 de dezembro de 2006 e constou de 9 gaiolas, cada uma confinando cerca de 50 operárias. A avaliação de uma possível toxicidade do pólen de mamona foi medida por comparação com abelhas alimentadas com outra fonte protéica.

O experimento constou de três tratamentos: T01 - pólen de uma única espécie (coqueiro – *cocos nucifera*) e não tóxico; T02 - pólen de fonte diversas e coletadas diretamente nas colônias de abelhas; T03 - pólen de mamoneira. O pólen dos referidos tratamentos era ofertado *in natura*, na forma macerada sendo diariamente fornecido em recipiente plástico colocado no piso da gaiola.

O pólen de mamoneira foi obtido através de coletores de pólen instalados em colméias no plantio de mamona, de acordo com o item 4.7. Como as amostras, apesar de possuírem grande predominância de mamoneira, não eram monoflorais, o pólen da mamoneira foi separado dos demais por meio da coloração e posteriormente foram confeccionadas lâminas com intuito de comprovar a existência de uniformidade da

composição florística da amostra. Todos os tratamentos tiveram a sua disposição xarope como fonte energética (50% água + 50% mel) e água *ad libitum*.

Com o intuito de evitar o vazamento do xarope e da água, que foram fornecidos em vidros emborcados em cima das gaiolas de confinamento, adaptou-se um conta gotas em cada recipiente.

A análise dos resultados foi realizada através de comparação de médias dos índices e taxas obtidas, pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Para esta análise foi usado como ferramenta o sistema Estat (Sistema para análises estatísticas V. 2.0 UNESP – JABOTICABAL)

#### **4.14 Ensaios toxicológicos do mel de mamoneira em ratos (*Rattus norvegicus*)**

Os ensaios toxicológicos foram realizados usando-se ratos (*Rattus norvegicus*) albinos sadios da linhagem Wistar, com 2 meses de idade, e 150-200 g de massa corpórea. Os animais, fornecidos pelo Biotério Central da Universidade Federal do Ceará, foram acondicionados em caixas plásticas e mantidos no Laboratório de Experimentação Animal, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Fortaleza, em temperatura de 25 °C, ciclo claro/escuro (12h/12h) controlados e sob condições adequadas (regime alimentar clássico de laboratório, com água potável *ad libitum*).

##### *4.14.1 Avaliação da toxicidade aguda oral (dose simples)*

Para avaliar a toxicidade aguda e fornecer uma base para o estabelecimento da dose para a pesquisa sobre a toxicidade subcrônica da amostra foi feito o experimento de toxicidade aguda com dose simples.

Animais jovens e adultos hígidos, aclimatados às condições experimentais, durante um período de cinco dias, foram aleatoriamente divididos em dois grupos. Cada grupo tinha dez animais (cinco machos e cinco fêmeas). As fêmeas eram nulíparas e não grávidas. Os animais foram agrupados em caixas por sexo, sob um regime alimentar conveniente, ração tipo purina e água potável *ad libitum*. O nível de dose estabelecido foi de 0,5 mL de mel por cada 100 g de massa corpórea do animal. Um grupo controle, com o mesmo número de



animais, foi utilizado. No grupo controle foi administrado soro fisiológico pela mesma via e na mesma proporção do grupo teste. Os animais foram mantidos em jejum durante a noite anterior ao experimento. A amostra foi administrada aos animais por gavagem (sonda gástrica).

Observações foram feitas aos 30, 60, 120 e 360 minutos e, depois, a cada 8 horas até 72 horas. Após este período os animais foram pesados e avaliados em relação a alterações de pêlos, da pele, olhos, mucosas, sistemas respiratório, circulatório, nervoso central e periférico, atividade somatomotriz e comportamento.

#### 4.14.2 Avaliação da toxicidade subcrônica

Este ensaio tem como objetivo fornecer informações acerca dos riscos potenciais para a saúde, resultantes de uma exposição de doses repetidas, em um período limitado de tempo, neste caso 60 dias.

Os cuidados, como adaptação ao ambiente experimental, regime alimentar, ciclos de 12 horas no claro e 12 horas no escuro, foram tomados.

O nível de dose e a via de administração foram os mesmos estabelecidos para o ensaio de toxicidade aguda. A amostra foi administrada, sempre no mesmo período do dia durante 60 dias, utilizando 10 animais (5 machos e 5 fêmeas) para cada grupo, teste e o controle (FIGURA 7).

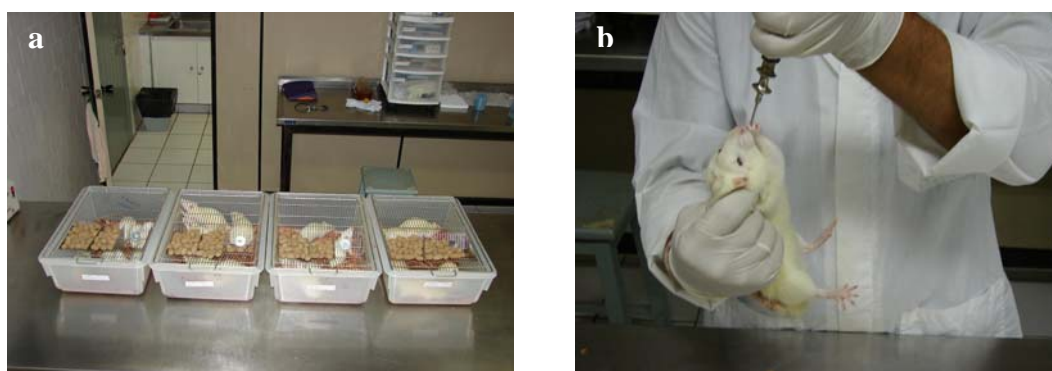


FIGURA 7: Animais acondicionados em caixas plásticas (a) e administração do mel de mamoneira através de cânula (b), por um período de 60 dias realizado no Laboratório de Experimentação Animal, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Fortaleza.

Os animais foram pesados, semanalmente. No final do experimento todos os animais foram pesados, tiveram seu sangue coletado para o monitoramento dos níveis

glicêmicos, proteínas totais, Transaminase Oxalacética (TGO), Transaminase Pirúvica (TGP), bilirrubina e colesterol total. Os animais foram, então, sacrificados e necropsiados e os órgãos (baço, fígado, estômago, rins, intestinos delgado e grosso, pulmão e coração) retirados para análise histológica (FIGURA 8).

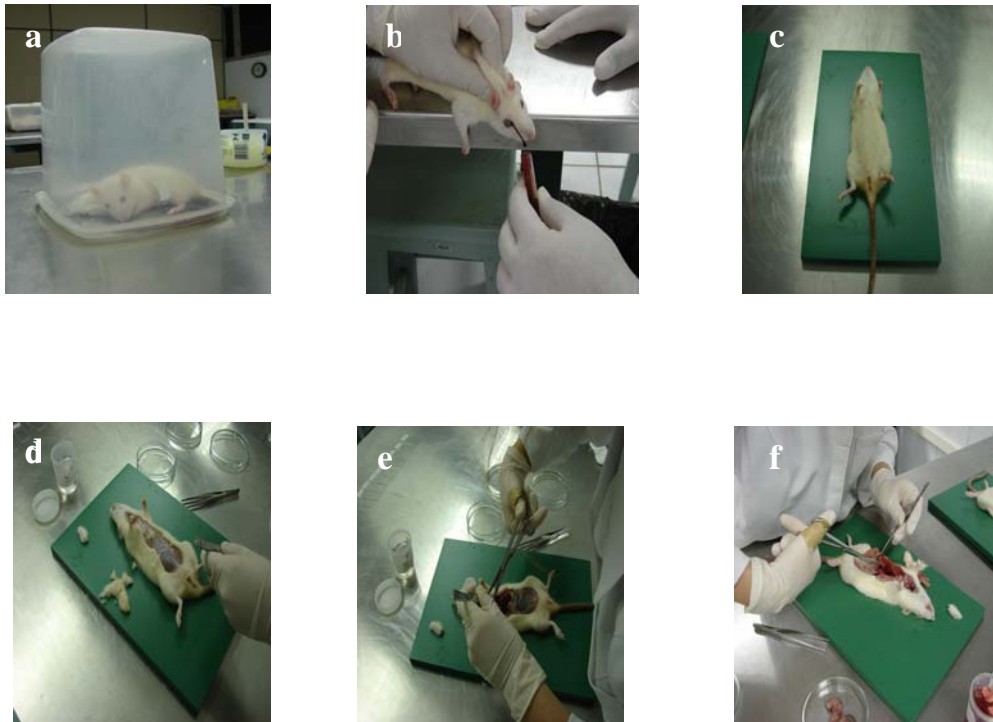


FIGURA 8: Seqüência de eventos para abate e retirada dos órgãos internos dos animais utilizados no experimento de toxicidade de mel de mamona para posterior análise histológica: (a) sedação do animal (b) coleta do sangue para análise bioquímicas (c)(d)(e)(f) abertura e retirada dos órgãos internos.

#### 4.14.3 Determinações bioquímicas séricas

Para determinação da glicose no plasma dos animais, utilizados para a avaliação da toxicidade sub-crônica, foi empregado o kit diagnóstico da Labtest<sup>R</sup> – glicose HK liquiform. Um método enzimático-colorimétrico que se baseia na fosforilação da glucose pela hexoquinase e posterior oxidação pela glicose-6-fosfato desidrogenase, ocorrendo simultaneamente à redução de  $\text{NAD}^+$  a  $\text{NADH} + \text{H}^+$ . Para cada mol de glucose-6-fosfato que é oxidado um mol de  $\text{NADH} + \text{H}^+$  é formado. A formação do  $\text{NADH}$  foi monitorada fazendo-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro em um comprimento de onda igual a 340 nm. As demais determinações bioquímicas: determinação de colesterol total, testes das funções hepáticas (transaminase pirúvica (TGP), transaminase oxalacética (TGO) e proteínas

totais, também foram realizadas utilizando métodos colorimétricos padronizados disponíveis comercialmente. Os kits diagnósticos foram adquiridos da Labtest Diagnostica, Vista Alegre, MG, Brasil. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos com médias  $\pm$  e.p.m. de 6 repetições.

As diferenças entre as médias dos vários grupos foram analisadas pela análise de variância unidirecional (ANOVA). Valores de P inferiores a 0,05 foram considerados significantes. A análise estatística relativa à avaliação da toxicidade foi realizada utilizando o Software OriginPro versão 7.5.

#### **4.15 Análise sensorial de mel de mamona**

No Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFC, foi realizada a análise sensorial do mel produzido no cultivo de mamona do Núcleo de produção comunitária Santa Clara.

Testes de aceitabilidade e atitude do consumidor foram realizados com 100 provadores não treinados. As amostras foram servidas aos provadores em copos descartáveis de 50ml codificados com números de três dígitos aleatórios.

Inicialmente, os provadores responderam a um questionário sobre idade, sexo, escolaridade, frequência de consumo e o modo como consumiam o produto. Em seguida, avaliaram através de escala hedônica estruturada de nove pontos (1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo), as características de cor, viscosidade, aroma, sabor e aceitação global do produto. Finalmente, avaliaram a intenção de compra em uma escala de cinco pontos (1= certamente não compraria este produto; 3 = tenho dúvidas se compraria ou não esse produto; 5 = eu certamente compraria o produto). A ficha de avaliação completa pode ser observada a seguir (FIGURA 9).

## TESTE DE CONSUMIDOR – MEL

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

SEXO: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ ESCOLARIDADE: \_\_\_\_\_

Com que frequência você consome mel?

- ( ) Todo dia    ( ) De 2 a 3 vezes por semana    ( ) Uma vez por semana    ( ) Uma vez por mês  
 ( ) Uma vez por ano

Como você consome mel?

- ( ) Mel in natura    ( ) Mel com elementos da flora medicinal    ( ) Mel com limão  
 ( ) Produtos que contenham mel (Iogurte, cereal, suco, pão)    ( ) Outros: \_\_\_\_\_

1. Por favor, avalie a amostra, de acordo com o atributo solicitado, utilizando a escala abaixo:

AMOSTRA: \_\_\_\_\_

|                              | COR | VISCOSIDADE | AROMA | SABOR | ACEITAÇÃO GLOBAL |
|------------------------------|-----|-------------|-------|-------|------------------|
| 9. Gostei muitíssimo         | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 8. Gostei muito              | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 7. Gostei moderadamente      | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 6. Gostei ligeiramente       | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 5. Nem gostei, nem desgostei | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 4. Desgostei ligeiramente    | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 3. Desgostei moderadamente   | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 2. Desgostei muito           | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |
| 1. Desgostei muitíssimo      | ( ) | ( )         | ( )   | ( )   | ( )              |

2. Descreva o que você gostou e o que você desgostou na amostra.

| Amostra | Gostou | Desgostou |
|---------|--------|-----------|
| _____   | _____  | _____     |

3. Baseado na impressão global do produto, indique a sua **ATTITUDE DE COMPRA** com relação à amostra, usando a escala abaixo:

AMOSTRA: \_\_\_\_\_

5. Certamente compraria o produto ( )  
 4. Provavelmente compraria o produto ( )  
 3. Tenho dúvidas se compraria ou não o produto ( )  
 2. Provavelmente não compraria o produto ( )  
 1. Certamente não compraria o produto ( )

COMENTÁRIOS: \_\_\_\_\_

FIGURA 9: Questionário utilizado para avaliação do mel, realizada em Fortaleza, CE, no dia 19 de dezembro de 2006.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Levantamento fenológico da área

Devido o experimento ter sido conduzido em uma área de monocultura, no caso a mamoneira, apenas dezessete espécies botânicas foram encontradas e coletadas para posterior identificação no herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará. Algumas amostras foram classificadas quanto à espécie e outras somente quanto a seu gênero, conforme observado na Tabela 2.

TABELA 2: Espécies botânicas presentes ao redor do apiário situado na área denominada “suja” no cultivo de mamona (*Ricinus communis*) do Núcleo de produção comunitária Santa Clara. Canto do Buriti, PI, maio a junho de 2006.

| Nome científico  | Nome vulgar          |
|--|----------------------|
| <i>Centratherum punctatum</i> Cass. (Asteraceae)                 | Vassourinha-roxa     |
| <i>Sida cordifolia</i> L. (Malvaceae)                            | Malva-branca         |
| <i>Turnera ulmifolia</i> L. (Turneraceae)                        | Chanana              |
| <i>Turnera subulata</i> Sm. (Turneraceae)                        | Chanana              |
| <i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit. (Lamiaceae)                  | Bamburral            |
| <i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze<br>(Amaranthaceae)   | Ervanço              |
| <i>Ipomoea glabra</i> (Aubl.) Choisy (Convolvulaceae)            | Jitirana             |
| <i>Ipomoea</i> sp. (Convolvulaceae)                              | Jitirana             |
| <i>Macroptilium gracile</i> (Poepp.ex Benth.) Urb.<br>(Fabaceae) | Feijão-de-rola       |
| <i>Waltheria indica</i> L. (Malvaceae)                           | Malva                |
| <i>Spermacoce verticillata</i> L. (Rubiaceae)                    | Vassourinha-de-botão |
| <i>Mansoa</i> cf. <i>angustidens</i> Bureau (Bignoniaceae)       | Quebra-panela        |
| <i>Solanum crinitum</i> Lam. (Solanaceae)                        | Jurubeba             |
| <i>Calycobolus</i> sp. (Convolvulaceae)                          | -                    |
| <i>Jatropha</i> sp. (Euphorbiaceae)                              | Pinhão               |
| <i>Ageratum</i> sp. (Asteraceae)                                 | -                    |
| <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. (Fabaceae)                   | Feijão               |

## 5.2 Comportamento de pastejo das abelhas *Apis mellifera* L. na mamoneira

As abelhas forragearam em busca de pólen e néctar nas plantas de mamoneira. A coleta de pólen foi realizada preferencialmente no período da manhã, apresentando o pico máximo de coleta as 9:00h, reduzindo gradualmente até as 11:00h e permanecendo durante o restante do dia. O maior número de abelhas coletando pólen no período da manhã, coincide com o momento da antese da flor masculina, que abre por volta de 2 a 3 horas antes do amanhecer, liberando grãos de pólen por um a dois dias (WEISS, 1983).

Já a coleta de néctar foi praticamente de forma inversa, no período da manhã um número reduzido de abelhas coletavam néctar e após as 13:00h foi observado um maior número de abelhas coletoras de néctar, tendo o máximo sido registrado as 15:00h. Observa-se que no período da tarde o número de abelhas em busca de néctar foi sempre superior ao de abelhas coletoras de pólen (FIGURA 10).

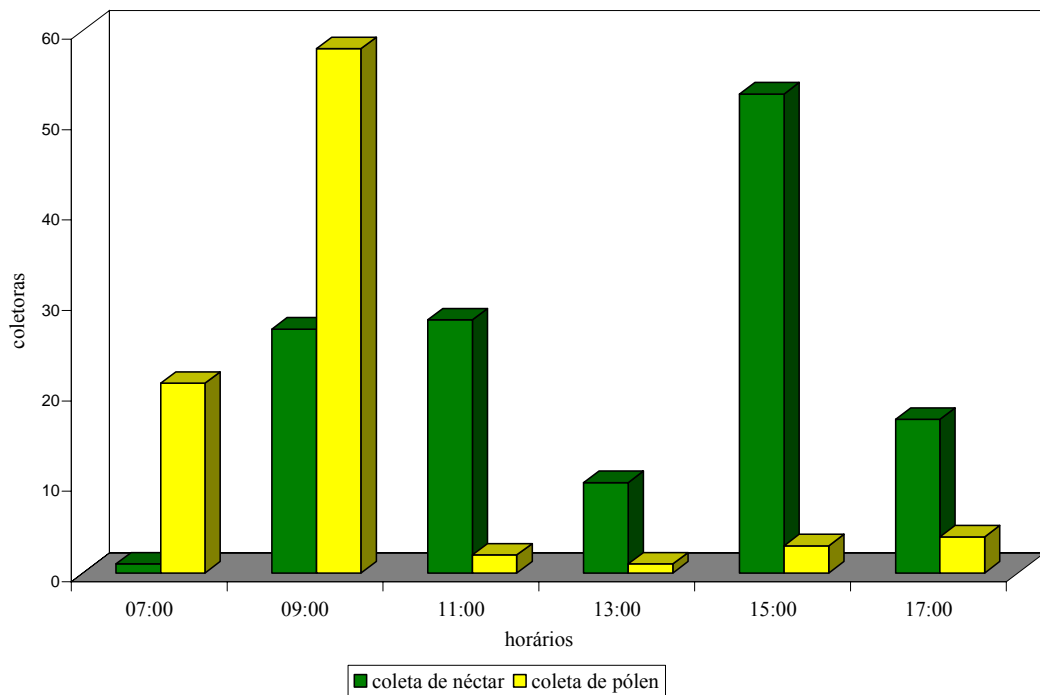


FIGURA 10: Coleta de néctar e pólen por abelhas melíferas (*Apis mellifera*) na mamoneira (*Ricinus communis*) em Canto do Buriti-PI.

### 5.3 Análise quantitativa das amostras de pólen

Os resultados mostraram que as abelhas coletaram pólen de quatro a dez espécies vegetais por coleta, estando de acordo com outros estudos na região nordeste (FREITAS, 1991; 1994, LIMA, 1995). Em geral, as espécies vegetais presentes nas amostras tiveram baixa representatividade, ou seja, apresentavam poucos grãos de pólen cada uma, exceto a mamoneira. Assim, o percentual de participação do pólen de mamona nas amostras variou de 54,4 a 81,5%, tendo se mantido superior a 60,0% em sete das oito datas amostradas, enquanto que as demais espécies somadas contribuiriam somente com 18,5 a 45,6% do pólen coletado pelas abelhas (FIGURA 11).

A coleta de pólen de mamona pelas abelhas indica que os insetos a consideraram uma fonte de alimento adequada e a não observação de mortandade de crias ou adultos durante o experimento surge como bom indicativo de não-toxidez. Sob estas condições, a grande participação do pólen de mamona na dieta das abelhas poderia ser esperada, haja vista que a mamoneira constituía a espécie vegetal mais freqüente na área. O predomínio do pólen de mamona nas amostras também sugere que plantios desta espécie possuem potencial para exploração comercial de pólen apícola, desde que futuros testes comprovem que o pólen da mamoneira não seja tóxico para humanos.

Observou-se que a coleta de pólen na mamona teve um crescimento linear da 1ª a 3ª coleta, quando atingiu seu pico (81,5%), reduzindo em seguida e mantendo-se entre 60,3 e 72%. Essa variação na participação do pólen das plantas presentes na área na dieta das abelhas é normal, e geralmente deve-se às flutuações na oferta de pólen entre as diversas espécies vegetais, conforme demonstrado por Freitas (1991). Assim sendo, a remoção das demais espécies vegetais da área poderia aumentar ainda mais a participação percentual do pólen da mamoneira nas coletas, fornecendo um produto monofloral ou próximo a isto.

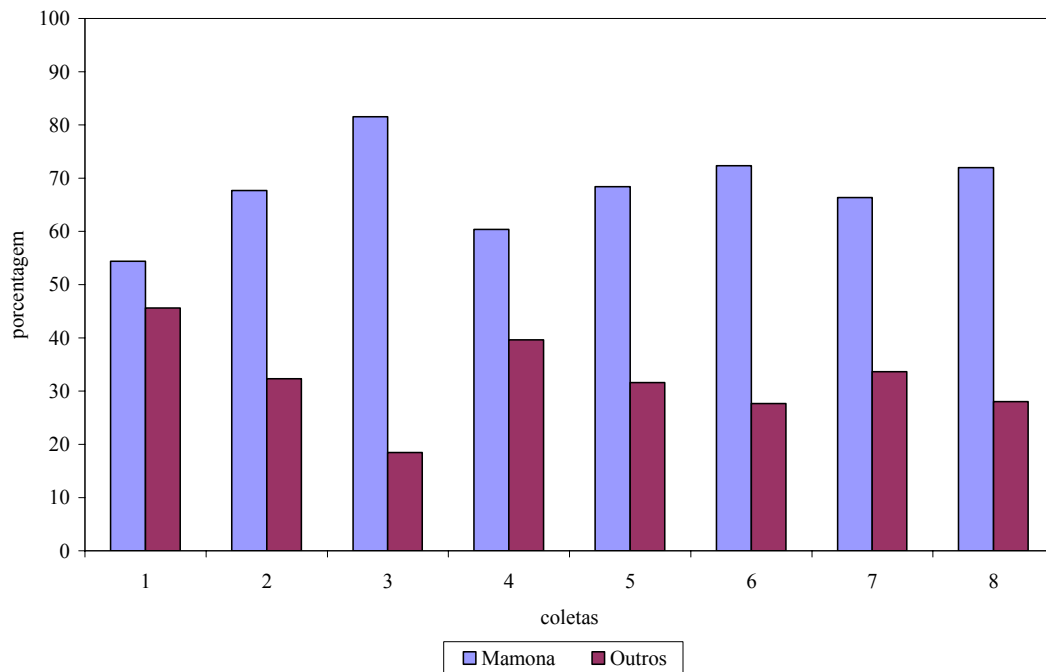


FIGURA 11: Porcentagem da participação do pólen de mamoneira (*Ricinus communis* L.) e outras espécies vegetais na dieta de abelhas *Apis mellifera* L.

## 5.4 Desenvolvimento das colônias e produção de mel

### 5.4.1 Mapeamento das colônias

#### 5.4.1.1 Área de mel no ninho

A área ocupada com mel no ninho não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste  $t$  a cada data de coleta entre as áreas médias de mel do apiário no limpo e no apiário sujo. Na Tabela 3 pode-se observar as médias e desvios padrões da área de mel.



TABELA 3: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm<sup>2</sup>) de mel dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

| Dias      | Área de mel (cm <sup>2</sup> ) |       |                   |       |
|-----------|--------------------------------|-------|-------------------|-------|
|           | Apiário limpo                  |       | Apiário sujo      |       |
|           | x ± d.p                        | %     | x ± d.p           | %     |
| <b>0</b>  | 6732,40 ± 491,01               | 57,93 | 5825,67 ± 1041,10 | 54,30 |
| <b>7</b>  | 6640,00 ± 957,09               | 51,94 | 4776,67 ± 1990,05 | 50,81 |
| <b>14</b> | 7764,40 ± 1060,34              | 60,10 | 7416,33 ± 1346,47 | 56,15 |
| <b>21</b> | 7259,20 ± 730,22               | 59,62 | 6490,33 ± 1960,14 | 61,48 |
| <b>28</b> | 6793,60 ± 1048,35              | 68,64 | 6359,33 ± 2494,32 | 62,52 |
| <b>35</b> | 8267,20 ± 923,8123             | 74,16 | 7417,33 ± 1764,60 | 65,21 |
| <b>42</b> | 9051,20 ± 1043,65              | 83,55 | 8189,67 ± 1876,62 | 73,21 |
| <b>49</b> | 9047,60 ± 1255,87              | 87,62 | 7650,67 ± 2258,75 | 77,72 |

Observa-se que a área média de mel estocada no ninho já no início do experimento é alta, representando 39,14% da área total das colméias do apiário de área limpa e 33,87% da área total das colméias de área suja.

Ao longo do experimento houve uma variação na quantidade de mel armazenado no ninho, sendo essa oscilação comum em colônias de abelhas *Apis mellifera* (WINSTON, 1987). Neste caso, isto se deveu principalmente ao fato do abundante fluxo de néctar e a existência de uma grande diversidade genética entre as colônias (SEELEY, 1983; WINSTON, 2003).

Ao final do experimento foi verificado um aumento na área de mel estocada, elevando para 52,59% da área total do ninho das colméias do apiário de área limpa e para 44,76% da área total do ninho das colméias do apiário de área suja (FIGURA 12).

Considerando que o apiário limpo acumulou tanto ou até mais mel do que o apiário sujo, pode-se concluir que a mamoneira foi a principal fonte de néctar nos dois apiários, e as demais espécies vegetais contribuíram pouco com néctar para as colônias. Portanto, plantios de mamoneira não só podem fornecer alimento (néctar) de subsistência às colônias de *A. mellifera*, como também produzem excedentes que são armazenados na forma de mel. Assim, é necessário acompanhar a utilização da área de ninho para evitar acúmulo excessivo de mel, obstruindo boa parte da área destinada à postura da rainha e acarretando na diminuição da postura e redução da área de cria, o que leva ao enfraquecimento posterior da colônia.

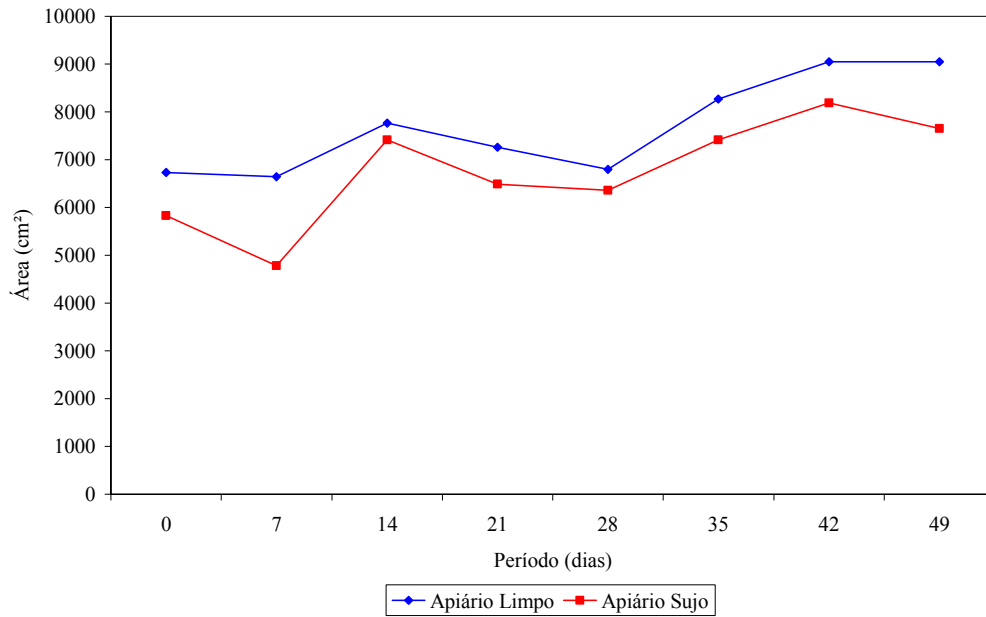


FIGURA 12: Desenvolvimento da área de mel dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

#### 5.4.1.2 Área de pólen no ninho

A área ocupada com pólen no ninho não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste  $t$  a cada data de coleta entre as áreas médias de alimento das colônias, exceto aos 7 e 21 dias. Aos 7 dias, a área de pólen do apiário limpo foi significativamente ( $t = 0,001$ ;  $P < 0,05$ ) maior que a do apiário sujo, o mesmo acontecendo aos 21 dias. Na tabela 4 pode-se observar as médias e desvios-padrões da área de pólen do ninho.

TABELA 4: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm<sup>2</sup>) de pólen dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

| Dias      | Área de pólen (cm <sup>2</sup> ) |       |                   |      |
|-----------|----------------------------------|-------|-------------------|------|
|           | Apiário limpo                    |       | Apiário sujo      |      |
|           | x ± d.p                          | %     | x ± d.p           | %    |
| <b>0</b>  | 800,00 ± 302,89 a                | 6,84  | 672,33 ± 196,36 a | 6,32 |
| <b>7</b>  | 985,60 ± 191,24 a                | 7,74  | 378,33 ± 78,20 b  | 4,30 |
| <b>14</b> | 954,00 ± 247,30 a                | 7,39  | 856,33 ± 243,80 a | 6,50 |
| <b>21</b> | 1329,20 ± 254,27 a               | 10,93 | 591,33 ± 137,44 b | 5,87 |
| <b>28</b> | 878,80 ± 322,77 a                | 9,03  | 500,00 ± 237,65 a | 5,74 |
| <b>35</b> | 1141,60 ± 541,63 a               | 10,45 | 961,33 ± 335,25 a | 8,50 |
| <b>42</b> | 944,80 ± 706,02 a                | 8,85  | 893,66 ± 515,95 a | 7,89 |
| <b>49</b> | 706,00 ± 653,19 a                | 6,77  | 665,66 ± 340,32 a | 6,99 |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem estatisticamente, a P<0,05 (Teste t).

Apesar da grande variação da área de pólen durante os 49 dias, as colônias ao término do experimento apresentavam áreas quase que idênticas ao início do experimento (FIGURA 13). Dessa forma pode-se concluir que assim como fonte de néctar, a mamoneira contribuiu também com o fornecimento de pólen para as colônias, conforme já demonstrado anteriormente na análise quantitativa de pólen (item 4.3).

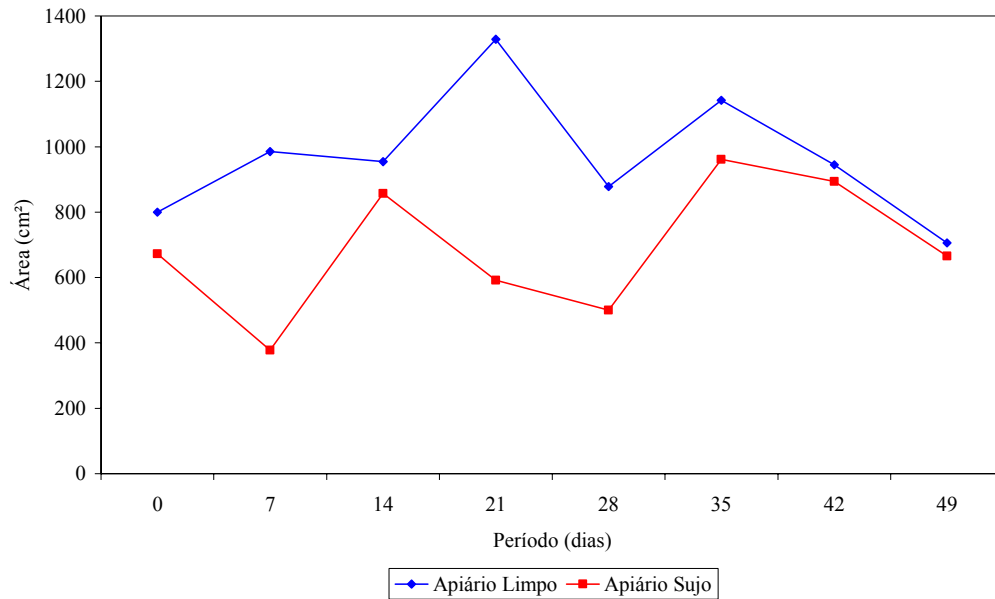


FIGURA 13: Desenvolvimento da área de pólen dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

#### 5.4.1.3 Área de cria de operária

A área ocupada com cria aberta de operária no ninho não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste  $t$  a cada data de coleta entre as áreas médias de cria aberta de operária das colônias, exceto aos 7, 21 e 35 dias. De forma semelhante à área de pólen, aos 7 dias, a área de cria aberta de operária do apiário limpo foi significativamente ( $t = 0,003$ ;  $P < 0,05$ ) maior que a do apiário sujo, o mesmo acontecendo aos 21 dias. Já aos 35 dias, onde se observou diferença estatística, a área de cria aberta do apiário sujo é que foi significativamente ( $t = 0,02$ ;  $P < 0,05$ ) maior do que aquela do apiário limpo. Na tabela 5 pode-se observar as médias e desvio-padrões da área de cria aberta de operária.

TABELA 5: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm<sup>2</sup>) de cria aberta de operária dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

| Dias      | Área de cria aberta (cm <sup>2</sup> ) |       |                    |      |
|-----------|--|-------|--------------------|------|
|           | Apiário limpo                          |       | Apiário sujo       |      |
|           | x ± d.p                                | %     | x ± d.p            | %    |
| <b>0</b>  | 1042,00 ± 232,05 a                     | 8,85  | 985,67 ± 407,48 a  | 9,02 |
| <b>7</b>  | 1511,60 ± 465,86 a                     | 11,76 | 416,67 ± 220,21 b  | 4,66 |
| <b>14</b> | 1052,40 ± 646,63 a                     | 7,99  | 1254,00 ± 324,00 a | 9,47 |
| <b>21</b> | 729,20 ± 294,81 a                      | 5,90  | 332,67 ± 228,57 b  | 3,46 |
| <b>28</b> | 190,80 ± 132,70 a                      | 1,92  | 386,00 ± 162,44 a  | 4,05 |
| <b>35</b> | 172,80 ± 145,11 b                      | 1,52  | 659,33 ± 381,20 a  | 5,89 |
| <b>42</b> | 270,00 ± 179,10 a                      | 2,53  | 402,33 ± 332,48 a  | 3,69 |
| <b>49</b> | 394,00 ± 217,90 a                      | 3,95  | 582,33 ± 252,97 a  | 6,31 |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem estatisticamente, a P<0,05 (Teste t).

O desenvolvimento da área de cria aberta de operária nas colônias ao longo do período experimental foi negativo. As colônias iniciaram o experimento com (1042,00 e 985,67 cm<sup>2</sup>, nos apiários de área limpa e área suja respectivamente), e foram diminuindo lentamente suas áreas médias de cria aberta até 394,00 e 582,00 cm<sup>2</sup>. (FIGURA 14).

Observa - se ao sétimo dia do experimento comportamentos distintos entre o desenvolvimento da área de cria aberta de operária do apiário da área suja e o do apiário da área limpa. Esta diferença observada pode estar relacionada a uma suspensão da postura por parte das rainhas ou representa maior emergência de adultos no período próximo ao de coleta de dados. Santiago (2006) observou em colônias de *Apis mellifera* L. em plantio de bananeira, comportamento semelhante por parte da rainha.

Após os 28 dias nota-se um crescimento da área de cria aberta de operária no apiário da área suja em relação ao apiário da área limpa, esse fato pode estar relacionado a uma oferta de outras fontes fornecedoras de pólen e néctar diferentes da mamoneira para as colônias do apiário da área suja, já que esse era composto de outras espécies botânicas, assim incentivando a postura por parte da rainha.

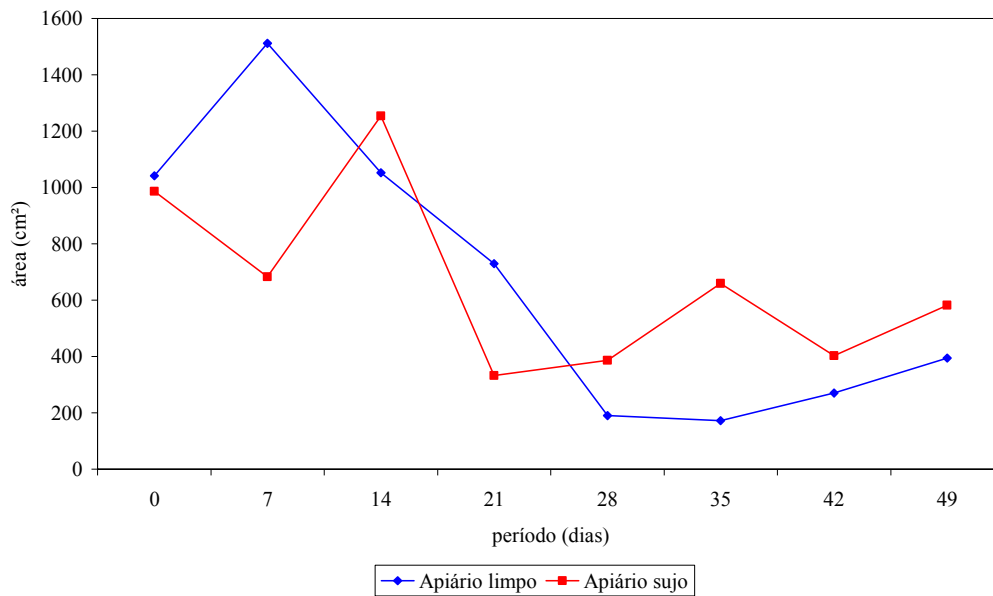


FIGURA 14: Desenvolvimento da área de cria aberta de operária dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

Em relação à área de cria de operária fechada ao longo do experimento não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste  $t$  a cada data de coleta, exceto aos 42 dias, onde a área de cria de operária fechada do apiário sujo foi significativamente ( $t = 0,04$ ;  $P < 0,05$ ) maior do que a da área do apiário limpo. Na tabela 6 pode-se observar as médias e desvios-padrões da área de cria fechada de operária.

TABELA 6: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm<sup>2</sup>) de cria fechada de operária dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

| Dias      | Área de cria fechada (cm <sup>2</sup> ) |       |                     |       |
|-----------|---|-------|---------------------|-------|
|           | Apiário limpo                           |       | Apiário sujo        |       |
|           | x ± d.p                                 | %     | x ± d.p             | %     |
| <b>0</b>  | 2838,00 ± 729,22 a                      | 24,00 | 2931,00 ± 487,64 a  | 27,38 |
| <b>7</b>  | 3032,00 ± 728,98 a                      | 23,66 | 2874,33 ± 668,50 a  | 32,34 |
| <b>14</b> | 2788,80 ± 929,31 a                      | 21,32 | 2915,66 ± 1245,56 a | 21,80 |
| <b>21</b> | 2681,60 ± 581,53 a                      | 19,29 | 2858,66 ± 670,68 a  | 28,40 |
| <b>28</b> | 1894,80 ± 786,56 a                      | 19,16 | 2517,66 ± 522,50 a  | 27,22 |
| <b>35</b> | 1441,20 ± 938,86 a                      | 12,72 | 2243,33 ± 777,99 a  | 20,22 |
| <b>42</b> | 547,20 ± 308,26 b                       | 5,04  | 1658,00 ± 1045,14 a | 15,21 |
| <b>49</b> | 209,60 ± 275,27 a                       | 1,87  | 750,66 ± 583,97 a   | 8,58  |

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem estatisticamente, a P<0,05 (Teste t).

Os dois tratamentos chegaram ao final do experimento com área de cria menor do que a inicial. Esse padrão de queda de postura (cria aberta e posteriormente cria operculada), mostra que houve uma redução considerável da postura da rainha ao longo do período (FIGURA 15).

Provavelmente, ocorreu que ao longo do período houve um acúmulo de mel e pólen no ninho o que pode ter obstruído a área de postura da rainha, não sendo realizada nenhuma colheita, pois existia o objetivo de acompanhar o desenvolvimento da colônia sem interferências. No entanto, em apiários comerciais cujo objetivo seja maximizar a produção de mel, é importante que as colônias possuam sempre grande área de cria tanto para estimular as campeiras a coletarem grandes quantidades de alimentos, como também para assegurar a reposição das operárias adultas a medida que vão morrendo e manter a colônia forte (WIESE, 2000). Portanto, há a necessidade de inspeções frequentes para evitar a obstrução da área de postura do ninho com excesso de depósitos de mel e pólen.

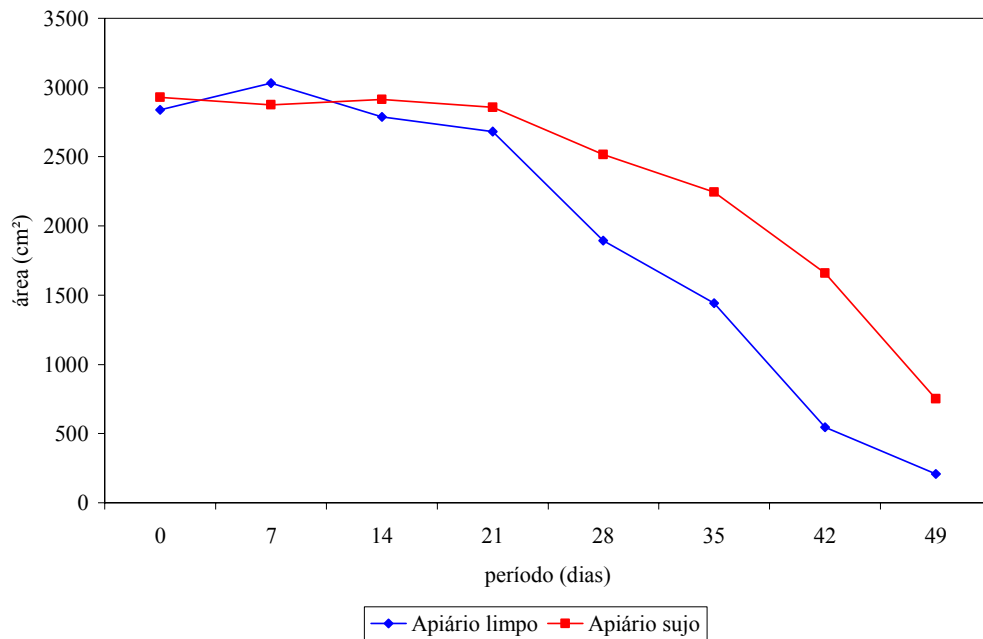


FIGURA 15: Desenvolvimento da área de cria fechada de operária dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

#### 5.4.1.4 Área de cria de zangão

A área ocupada com zangão no ninho não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste *t* a cada data de coleta entre as colônias dos apiários limpo e sujo, ao longo de todo o período experimental. Na tabela 7 pode-se observar as médias e desvios-padrões da área de cria de zangão nos dois apiários.



TABELA 7: Médias, desvios-padrões e percentuais da área (cm<sup>2</sup>) de cria de zangão dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

| Dias      | Área de cria de zangão (cm <sup>2</sup> ) |      |                 |      |
|-----------|---|------|-----------------|------|
|           | Apiário limpo                             |      | Apiário sujo    |      |
|           | x ± d.p                                   | %    | x ± d.p         | %    |
| <b>0</b>  | 280,80 ± 183,92                           | 2,38 | 331,00 ± 185,44 | 2,98 |
| <b>7</b>  | 626,40 ± 172,36                           | 4,89 | 685,33 ± 346,64 | 7,90 |
| <b>14</b> | 414,00 ± 126,58                           | 3,20 | 817,00 ± 448,68 | 6,08 |
| <b>21</b> | 202,40 ± 159,26                           | 1,63 | 79,33 ± 75,40   | 0,79 |
| <b>28</b> | 124,80 ± 172,95                           | 1,26 | 36,33 ± 61,14   | 0,47 |
| <b>35</b> | 131,20 ± 175,25                           | 1,14 | 19,00 ± 26,16   | 0,18 |
| <b>42</b> | 2,40 ± 4,33                               | 0,02 | 0 ± 0           | 0,00 |
| <b>49</b> | 9,60 ± 13,44                              | 0,09 | 33,00 ± 66,40   | 0,40 |

Verifica-se pela Figura 16 que no início do experimento a área de cria de zangão era semelhante entre os dois apiários, tendo apresentado seu pico aos 7 dias. No entanto, após esse período, enquanto que a área de cria de zangão começou a decair no apiário limpo, esta continuou crescendo no apiário sujo até os 14 dias de experimento, quando só então começou também a decair.

A produção de zangões nos primeiros sete a 14 dias do experimento pode ser considerada um indicativo de que a mamoneira representa uma boa fonte de alimento para o perfeito desenvolvimento da colônia. Devido ao alto consumo de alimento por parte dos zangões e a não contribuição dos mesmos para o trabalho da colônia, os machos só são produzidos e mantidos quando a colônia pode sustentá-los (WINSTON, 2003). Por outro lado, a redução contínua da área de cria de zangões a partir do 14º dia até atingir níveis baixíssimos depois reflete a redução observada na área de cria total das colônias, provavelmente devido à obstrução dos favos do ninho com alimento e falta de espaço para a postura da rainha. Como a produção de zangões está diretamente associada ao tamanho da colônia (SEELEY, 1983), reduções na área de cria de operária e população da colônia, certamente levam a diminuições ou a cessão da postura de crias de zangões.

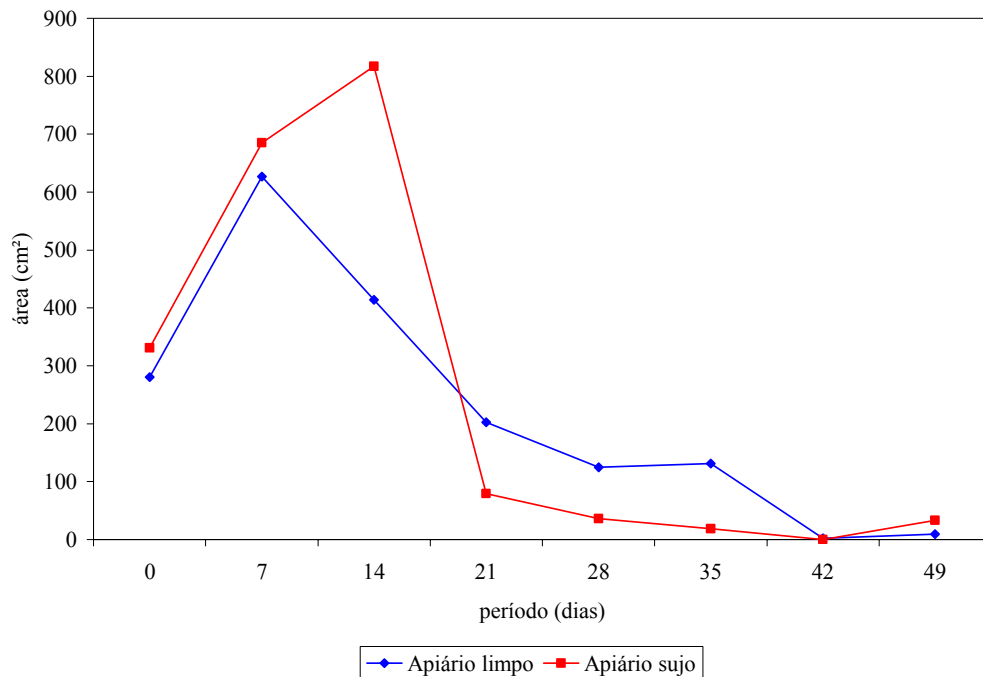


FIGURA 16: Desenvolvimento da área de cria de zangão dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona (*Ricinus communis*) localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

#### 5.4.2 Peso do ninho

O peso inicial dos ninhos do apiário da área limpa variou de 26 a 34,2 kg, havendo uma amplitude de 8,2 kg. Já em relação ao apiário da área suja, a amplitude inicial foi de 3,2 kg, onde o peso inicial dos ninhos variou de 26,4 a 29,6 kg. Na Figura 17 observa-se o desenvolvimento do peso dos ninhos de ambos apiários ao longo do período experimental. O peso das colônias se comportou de forma semelhante ao longo do experimento, apresentando um decréscimo médio no sétimo dia de 6,65% no apiário da área limpa e 8,88% no apiário da área suja. Entre os dias 7 e 42 as colméias praticamente mantiveram seu peso, e aos 49 dias apresentaram um declínio, sendo este mais acentuado no apiário da área suja. Acompanhando-se o peso médio inicial e final dos ninhos observa-se uma diminuição de 12,4% e 13,2% nos ninhos do apiário de área limpa e área suja, respectivamente.

Pela análise do peso médio dos dois tratamentos, observou-se uma redução deste parâmetro durante a execução do experimento para ambos apiários utilizados. Porém, não se

observa diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste  $t$  a cada 7 dias. As médias com os respectivos desvios padrões do peso dos dois tratamentos podem ser observadas na Tabela 8.

TABELA 8: Médias e desvios-padrões do peso (kg) dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

| <b>Acompanhamento do peso das colméias (kg)</b> |                           |                          |
|---|---------------------------|--------------------------|
| <b>Dias</b>                                     | <b>Apiário área limpa</b> | <b>Apiário área suja</b> |
|   | <b>x ± d.p</b>            | <b>x ± d.p</b>           |
| <b>0</b>  | 30,60 ± 3,07              | 28,00 ± 1,27             |
| <b>7</b>  | 28,60 ± 1,79              | 26,10 ± 2,41             |
| <b>14</b>                                       | 29,00 ± 1,49              | 28,10 ± 1,56             |
| <b>21</b>                                       | 29,20 ± 1,38              | 28,30 ± 2,26             |
| <b>28</b>                                       | 28,70 ± 1,37              | 27,90 ± 2,76             |
| <b>35</b>                                       | 28,60 ± 2,50              | 27,30 ± 2,59             |
| <b>42</b>                                       | 27,30 ± 3,12              | 26,40 ± 2,72             |
| <b>49</b>                                       | 26,80 ± 2,95              | 24,30 ± 2,16             |

A média de perda de peso ao final do experimento foi 3,8kg/colméia no apiário da área limpa; 3,7kg/colméia no apiário da área suja.

A perda de peso durante os 7 primeiros dias provavelmente, deveu-se ao fato do deslocamento das colméias do município de Cristino Castro ao local do experimento. Isso ocorre, devido a necessidade que têm as abelhas, de se reorientarem no novo pasto apícola e descobrirem novas fontes de alimento, geralmente consumindo mais mel do que coletam neste período.

A diminuição de 2 kg no apiário da área limpa e 2,5 kg no apiário da área suja durante os 7 primeiros dias assemelha-se com informações de Gressler (2004), que menciona um consumo adicional de 4 a 5 kg de mel das reservas da colônia após um deslocamento.

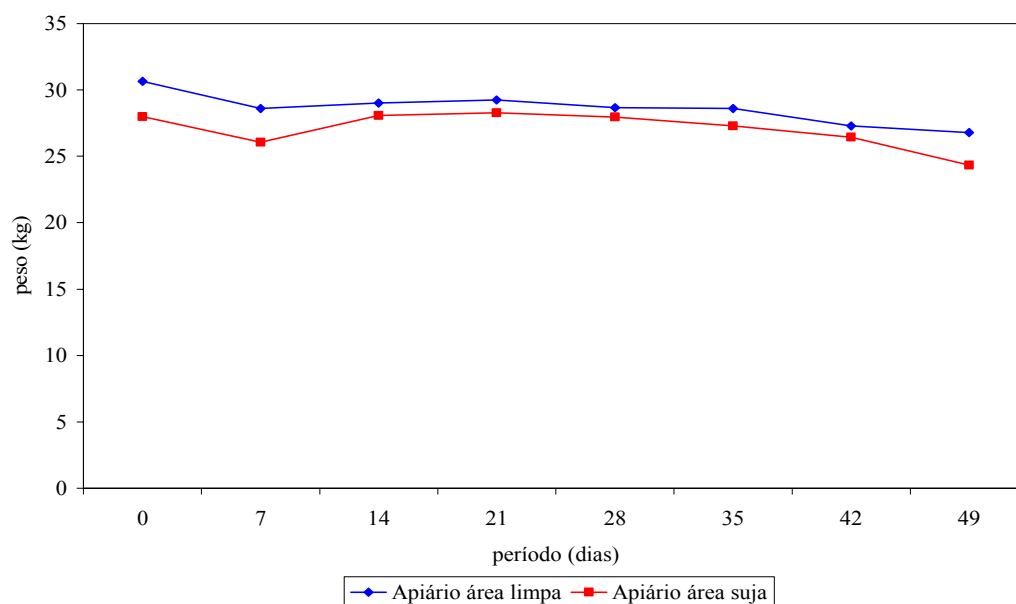


FIGURA 17: Desenvolvimento médio geral do peso (kg) dos ninhos de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

#### 5.4.3 Produção de mel

Não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) pelo teste  $t$  entre as pesagens de mel armazenado nas melgueiras das colônias nos apiários de área limpa e de área suja, a cada data de coleta. As médias com os respectivos desvios padrões do peso dos dois tratamentos podem ser observadas na Tabela 9.

TABELA 9: Evolução do peso (kg) médio de mel acumulado na melgueira de colônias de abelhas africanizadas, *Apis mellifera* L. mantidas em plantio de mamona por 49 dias em Canto do Buriti, PI.

| Dias | Produção de mel acumulada |                   |
|------|---------------------------|-------------------|
|      | Apiário área limpa        | Apiário área suja |
|      | $x \pm d.p$               | $x \pm d.p$       |
| 0    | $0 \pm 0$                 | $0 \pm 0$         |
| 7    | $6,68 \pm 4,24$           | $6,81 \pm 2,40$   |
| 14   | $12,12 \pm 4,20$          | $13,68 \pm 2,67$  |
| 21   | $15,36 \pm 6,04$          | $17,68 \pm 4,01$  |
| 28   | $17,46 \pm 8,73$          | $18,62 \pm 4,51$  |
| 35   | $18,70 \pm 9,09$          | $23,87 \pm 7,77$  |
| 42   | $19,06 \pm 9,20$          | $23,85 \pm 7,82$  |
| 49   | $18,82 \pm 9,05$          | $23,51 \pm 7,37$  |

O resultado demonstrou que independente ou não da presença de outras espécies na área, foi possível produzir mel em plantio de mamoneira. A presença de outras espécies vegetais não mostrou ser aspecto relevante estatisticamente na produção, mas deve-se levar em conta a baixa diversidade e densidade das espécies encontradas no apiário da área suja, podendo tal resultado mostrar-se diferente em situações de maior diversidade e/ou densidade de outras espécies vegetais.

O rápido acúmulo de mel nas melgueiras logo após a introdução das colônias deve estar ligado ao fato destas estarem bastante fortes (populosas), já que estavam sendo preparadas pelos apicultores de Cristino Castro para entrarem em período de produção, e eram advindas de uma seqüência de floradas. Somado a isso, a ausência de mel nas melgueiras estimula a coleta de néctar por parte das operárias, conforme Free (1987) e Winston (2003).

Na Figura 18 é possível observar que o acúmulo de mel nas melgueiras foi crescente por quase todo o período experimental, se estabilizando por volta dos 28 dias no apiário de área limpa. No apiário da área considerada suja o acúmulo de mel continuou crescente até os 35 dias, estabilizando-se após esse período. Isso pode estar relacionado ao fato das colônias ainda se apresentarem bastante populosas.

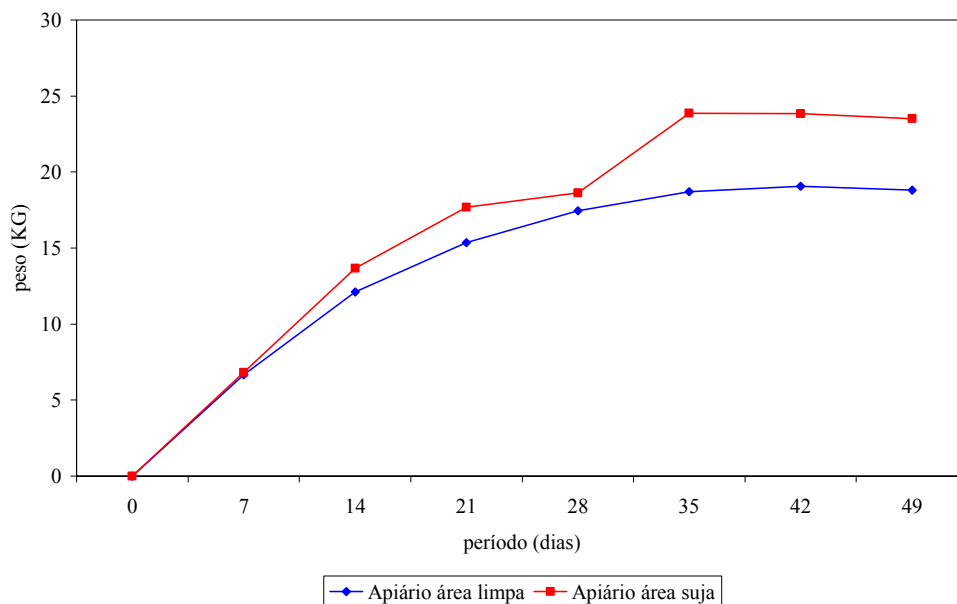


FIGURA 18: Desenvolvimento médio geral do peso (kg) de mel acumulado em melgueiras de colméias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) mantidas em plantio de mamona localizado em Canto do Buriti, PI, de 6 de maio a 27 de junho de 2006.

O apiário da área limpa também era constituído de 6 colméias, mas devido a perda de rainha de uma delas, o apiário passou a comportar apenas 5.

No apiário da área limpa, a produção total foi de 94,1kg de mel apresentando uma produtividade média, de 18,82kg/colméia em 49 dias.

No apiário da área suja, que possuía 6 colméias, a produção total foi de 141,1kg de mel sendo a produtividade média de 23,51kg/colméia em 49 dias.

A produção individual de todas as colméias encontra-se na tabela 10.

A amplitude observada no acúmulo de mel entre as colméias do mesmo apiário é referente à capacidade que as abelhas possuem em aproveitar os recursos oferecidos, sendo essa característica peculiar a cada colônia, existindo grande heterogeneidade na produtividade de mel das colônias devido a grande variabilidade genética das populações silvestres da abelha *Apis mellifera* L. (ALVES *et al.*, 1998).

A produção de mel sofre influência de 4,7% devido ao meio ambiente, 18,1% está relacionado às condições internas na colônia e sendo os fatores genéticos responsáveis por 77,2% (ALMEIDA e CETANO, 1994). Dessa forma, além de fatores genéticos, a influência das condições ambientais interfere na coleta de alimento.

TABELA 10: Produção de mel (kg) por colméia, produtividade média e produção total do apiário de área limpa e área suja em Canto do Buriti- PI, por um período de 49 dias.

| <b>Colméias</b> | <b>Apiário Área Limpa</b> | <b>Apiário Área Suja</b> |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>1</b>        | -                         | 17,8                     |
| <b>2</b>        | 20,2                      | 13,2                     |
| <b>3</b>        | 9,4                       | 28,6                     |
| <b>4</b>        | 33,5                      | 33,3                     |
| <b>5</b>        | 15,6                      | 26,4                     |
| <b>6</b>        | 15,4                      | 21,8                     |
| <b>Média</b>    | <b>18,82</b>              | <b>23,52</b>             |
| <b>Total</b>    | <b>94,1</b>               | <b>141,1</b>             |

A diferença apresentada nas médias de produção de mel, obtidas no apiário de área limpa, como também no apiário da área suja, confirmam as informações fornecidas por Crane (1983), Winston (2003) que indicam a grande variação na produtividade de mel entre apiários de uma mesma região e entre regiões diferentes.

A média obtida no apiário de área limpa (18,82kg) em apenas 49 dias assemelha-se a média de produtividade anual de mel no Brasil, inferior a 20kg/colméia/ano (SATTLER, 1996). Já a produtividade média obtida no apiário de área suja foi superior a média brasileira, alcançando 23,51kg. Deve-se ressaltar que as colônias eram submetidas a um estresse

semanal, já que também foram utilizadas para o experimento de avaliação de desenvolvimento das colônias. Outro aspecto a se considerar é que as mamoneiras já se encontravam com aproximadamente 50% de seus frutos vingados, quando as colônias foram introduzidas. Apesar da mamoneira ser possuidora de nectários extra-florais, esses possivelmente reduzem sensivelmente a secreção de néctar à medida que mais frutos vingam, já que estes funcionam como drenos das reservas e nutrientes da planta.

Caso a introdução das colônias fosse realizada mais precocemente, talvez a produtividade fosse ainda maior. No entanto, deve-se também considerar que o apiário continha apenas seis colônias.

Pela obtenção dos dados de produtividade de mel apresentados acima, torna-se evidente o potencial da mamoneira como fonte de néctar para abelhas *Apis mellifera* L.. Na Figura 19, observa-se uma abelha melífera visitando o nectário da mamoneira.



FIGURA 19: Abelha melífera (*Apis mellifera* L.) visitando nectário da planta de mamoneira (*Ricinus communis* L.) em Canto do Buriti – PI.

### **5.5 Análise melissopalínológica das amostras de mel**

As amostras de méis coletadas dos apiários (área limpa e área suja), apresentaram uma quantidade insignificante de pólen, e apesar dos nectários existentes na mamona serem extraflorais, ou seja, localizado nas partes vegetativas da planta (BAKER et al., 1977), a mamoneira foi à espécie com maior contribuição polínica nas amostras de mel.

De um total de 513 grãos de pólen encontrados em 10 amostras de mel do apiário da área limpa (4 lâminas cada), 413 grãos foram reconhecidos e caracterizados como de mamoneira, representando 80,5% do total de grãos de pólen encontrados. Nas amostras do apiário de área suja, 531 grãos foram vistos, sendo identificados um total de 314 grãos de pólen da mamoneira, o que representa 59,1% do total de pólen encontrado nas amostras.

A baixa ocorrência de grãos de pólen das outras espécies demonstra que as mesmas não contribuíram com néctar, sendo possivelmente o resultado de contaminações. A mamoneira, por apresentar seus nectários nas partes vegetativas da planta, dificulta o contato do pólen com o seu néctar, mas o fato da planta possuir pólen anemófilo (seco e leve), facilmente dispersado pelo vento, contribui para o seu aparecimento no mel. Portanto, devido à baixa incidência de pólen presente no mel e a participação praticamente nula das outras espécies, conclui-se que o mel foi proveniente de néctar da mamoneira.

### **5.6 Análise físico-química das amostras de mel**

Os resultados obtidos da análise físico-química do mel de mamoneira são apresentados na Tabela 11. A tabela mostra uma comparação entre os parâmetros analisados dos apiários da área limpa e suja com as especificações técnicas brasileiras, de acordo com o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do mel (BRASIL, 1997).

Conforme os resultados apresentados, verifica-se que os méis provenientes do apiário da área limpa, como também da área suja estão enquadrados nas especificações brasileiras, podendo ser considerado como de mesa.

As amostras de méis apresentaram resultados similares em relação aos parâmetros analisados, demonstrando ser de origem semelhante, não sendo afetado por outras espécies presentes no apiário da área suja.



TABELA 11: Resultado da análise físico-química do mel de mamoneira e valores dos parâmetros das especificações técnicas brasileiras.

| Parâmetros                 | Mel Apiário Limpo | Mel Apiário Sujo | Especificações Brasileiras        |
|----------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| Umidade                    | 17,10%            | 16,90%           | máximo de 20 %                    |
| Brix                       | 80,5              | 80,75            | -                                 |
| pH                         | 3,27              | 3,28             | 3,3 a 4,6                         |
| Acidez                     | 19,99             | 24,16            | máximo de 40 meq/kg               |
| Teor de cinzas             | 0,06%             | 0,06%            | máximo de 0,6 %                   |
| Prova de Lund              | 1mL               | 1,5 mL           | 0,6 a 3,0 mL                      |
| Sólidos Insolúveis         | 0,03%             | 0,04%            | máximo 0,1 ou 0,5 p/ mel prensado |
| Hidroximetilfurfural (HMF) | 38,10 mg/Kg       | 31,38 mg/Kg      | máximo 60 mg/Kg                   |
| Açúcares redutores         | 85,23%            | 85,14%           | mínimo de 65%                     |
| Açúcares não redutores     | 0,95%             | 1,46%            | -                                 |
| Açúcares totais            | 86,18%            | 86,60%           | -                                 |
| Diastase                   | presente          | presente         | presente                          |

O mel de mamoneira colhido neste experimento apresentou coloração âmbar-claro de acordo com a escala estabelecida de Pfund, diferentemente da amostra obtida na Ilha do Governador por Barth (1989), que classificou o mel de mamoneira de cor âmbar-escuro.

### 5.7 Experimento de toxicidade do mel de mamona na alimentação de abelhas *Apis mellifera* L.

Não foi verificada diferença estatística para o índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM) entre as abelhas confinadas e alimentadas com mel de mamona e mel silvestre ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste *t*. Na Tabela 12, observa-se a análise de variância e as médias do índice de mortalidade (IM) e do tempo médio de mortalidade (TMM) deste experimento de toxicidade do mel.

TABELA 12: Análise de variância, médias e desvio padrão do índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM), observados nos méis de mamona (*Ricinus communis*) e silvestre testados de 26 de outubro a 09 de novembro de 2006 em Fortaleza, CE.

| Parâmetros              | IM               | TMM         |
|-------------------------|------------------|-------------|
|                         | (N° abelhas/dia) | (dias)      |
| Médias e desvio-padrões |                  |             |
| Mel de mamona           | 4,10 ± 0,19      | 7,96 ± 1,09 |
| Mel silvestre           | 4,94 ± 0,74      | 6,72 ± 0,96 |
| Anova                   |                  |             |
| C.V.                    | 9,90             | 14,00       |
| F tabelado              | 7,71             | 7,71        |
| F calculado             | 3,57             | 2,18        |
| valor-P                 | 0,13             | 0,21        |

Na Figura 20 vê-se que por volta do sexto dia as abelhas confinadas alimentadas com os méis apresentaram um aumento de mortalidade, ocasionando uma acentuada declividade na curva de longevidade. No entanto, a ausência de diferença estatística entre os índices aqui testados e o padrão praticamente idêntico das duas curvas demonstra que o mel da mamoneira é tão inócuo para as abelhas quanto o mel de floradas silvestres, colhido e comercializado no Nordeste do Brasil.

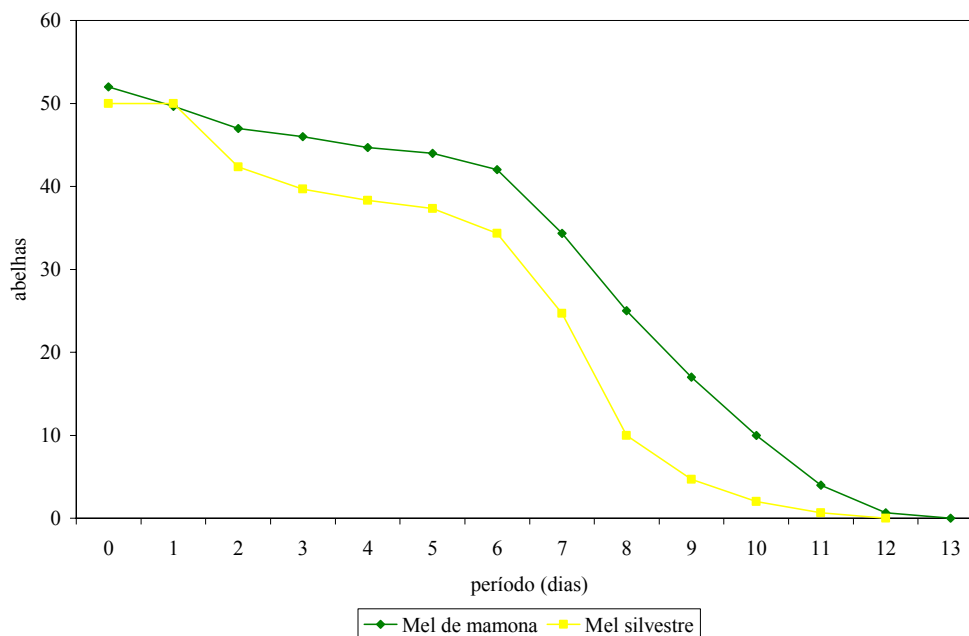


FIGURA 20: Curva de sobrevivência das abelhas confinadas alimentadas com dois méis diferentes entre 26 de outubro e 09 de novembro de 2006 em Fortaleza, CE.

## 5.8 Experimento de toxicidade do pólen de mamona na alimentação de abelhas *Apis mellifera* L.

Não foi verificada diferença estatística para o índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM) entre as abelhas confinadas e alimentadas com pólen de mamona, pólen de coqueiro e pólen silvestre (diversos) ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Na Tabela 13, observa-se a análise de variância e as médias do índice de mortalidade (IM) e do tempo médio de mortalidade (TMM) do experimento de toxicidade do pólen de mamona.

TABELA 13: Análise de variância, médias e desvio padrão do índice de mortalidade (IM) e tempo médio de mortalidade (TMM) de abelhas *Apis mellifera* confinadas e alimentadas com pólen de mamona (*Ricinus communis*), coqueiro (*Cocos nucifera*) e pólen silvestre (diversos) testados de 15 de dezembro a 28 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

| Parâmetros              | IM               | TMM         |
|-------------------------|------------------|-------------|
|                         | (N° abelhas/dia) | (dias)      |
| Médias e desvio-padrões |                  |             |
| Pólen coqueiro          | 3,96 ± 0,98      | 7,00 ± 0,67 |
| Pólen diversos          | 4,88 ± 0,37      | 6,33 ± 0,73 |
| Pólen mamona            | 4,58 ± 0,86      | 6,78 ± 0,52 |
| Anova                   |                  |             |
| C.V.                    | 17,17            | 9,64        |
| F tabelado              | 5,14             | 5,14        |
| F calculado             | 1,07             | 0,84        |
| valor-P                 | 0,40             | 0,48        |

Na Figura 21, se pode observar as curvas de sobrevivência das abelhas confinadas e alimentadas com o pólen de mamona, coqueiro ou diverso. Percebe-se que as curvas para os três tipos de alimento foram semelhantes, tendo o IM se apresentado mais elevado no tratamento em que as abelhas foram alimentadas com pólen diverso. Embora não tenha apresentado diferença estatística entre as médias dos tratamentos, era esperado que a longevidade das abelhas submetidas a esse tratamento fosse maior do que as abelhas submetidas a uma única fonte protéica (pólen de mamona ou pólen de coqueiro) devido ao melhor balanço de nutrientes deste alimento (DIETZ, 1975). Os resultados confirmam não haver na mamona qualquer substância que possa contribuir para reduzir a longevidade das abelhas *Apis mellifera*.

A sobrevivência média das operárias de apenas 10 a 11 dias, bem inferior àquela apresentada na literatura (38-42 dias) é considerada normal pelo fato das abelhas nas gaiolas estarem privadas da vida social, acesso a feromônios da rainha e da colônia e privadas de desempenharem suas funções biológicas para as quais evoluíram (FREE, 1987). Outros experimentos de confinamento de abelhas também registraram longevidade média de 9 a 10 dias para tratamentos sabidamente não tóxicos às abelhas *A. mellifera* (CINTRA *et al.*, 2002; PEREIRA, 2005).

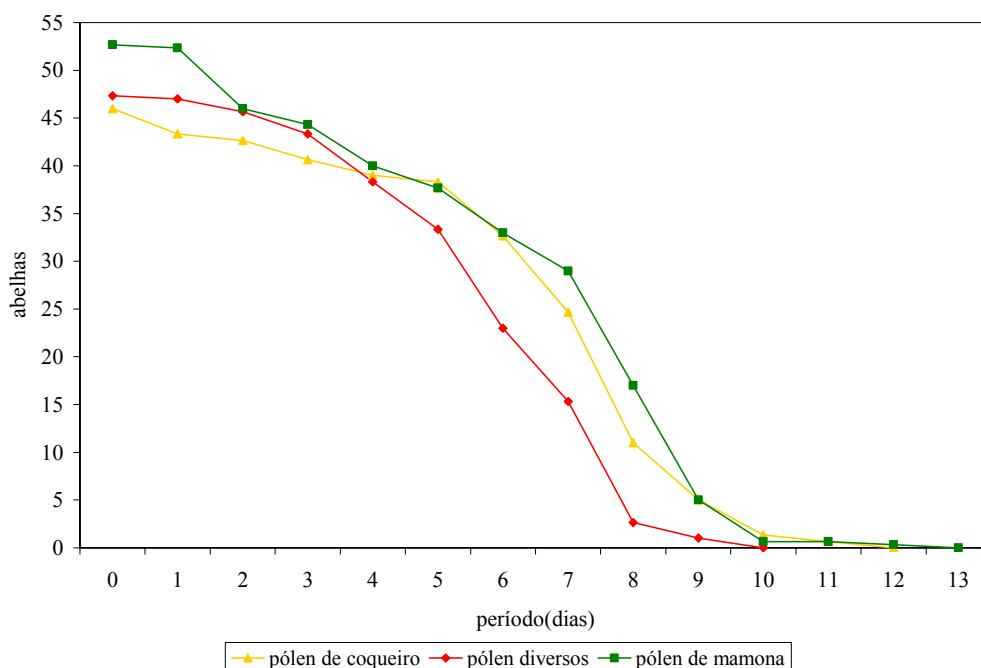


FIGURA 21: Curva de sobrevivência das abelhas confinadas alimentadas com três tipos de pólen diferentes entre 15 de dezembro a 28 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

## 5.9 - Ensaio toxicológico do mel de mamona

O ensaio para a avaliação da toxicidade subcrônica do mel de mamona foi realizado em um período de 60 dias, utilizando ratos Wistar. O grupo experimental, composto por cinco animais machos e cinco fêmeas, recebeu, diariamente por via oral, 0,5 mL da amostra / 100 g de massa corpórea do animal. Os animais, aos quais a amostra foi administrada, não apresentaram quaisquer mudanças comportamentais detectáveis quando comparados aos animais do grupo controle, que receberam soro fisiológico. Nenhuma morte foi observada e ao final do experimento, todos os animais estavam aparentemente saudáveis e

quando sacrificados, por deslocamento cervical, e necropsiados nenhuma alteração anatômica foi detectada.

O ganho médio de massa corpórea dos animais tratados com mel (grupo experimental), durante os sessenta dias de experimento, foi igual a  $8,5\% \pm 1,7$  e dos animais controle foi de  $8,4\% \pm 3,2$ . Os valores não diferiram estatisticamente.

Com relação aos níveis séricos de glicose, colesterol total, TGO, TGP e proteínas totais, os valores observados no grupo experimental quando comparados àqueles do grupo controle não diferiram estatisticamente indicando que o consumo do mel não causou alteração no metabolismo dos animais sob as condições experimentais utilizadas (TABELA 14).

Os resultados obtidos indicam que o mel administrado aos ratos, não provocou efeitos tóxicos detectáveis.

TABELA 14: Análises Bioquímicas Séricas dos grupos de ratos não tratados (controle) e tratados com mel.

| Análises Bioquímicas Séricas   | Grupos            |                    |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|
|                                | Controle          | Experimental       |
| Glicose                        | $145 \pm 25,01$   | $138,81 \pm 28,74$ |
| Colesterol Total               | $80,02 \pm 20,91$ | $97,69 \pm 15,20$  |
| Proteínas Totais               | $6,10 \pm 1,59$   | $7,45 \pm 1,15$    |
| Transaminase Pirúvica (TGP)    | $16,69 \pm 1,18$  | $16,03 \pm 2,30$   |
| Transaminase Oxalacética (TGO) | $26,85 \pm 0,84$  | $26,98 \pm 0,84$   |

Cada dado representa à média  $\pm$  e.p.m. de seis animais (03 machos e 03 fêmeas). Os valores não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ )

### 5.10 - Análise Sensorial de Mel de Mamona

A análise inicialmente teve o objetivo de identificar o perfil do consumidor de mel, em relação à frequência e o modo de consumo. Foram obtidos também dados referentes a classe etária e o grau de escolaridade.

Dos 100 provadores, 59% eram mulheres e conseqüentemente 41% eram homens. Do total de provadores, 82 apresentavam idade entre 21 a 30 anos, 13 com idade compreendida entre 11 a 20 anos e o restante apresentava idade compreendida entre 31 a 50 anos de idade.

Em relação ao grau de escolaridade dos provadores, 71% estavam cursando algum curso de nível superior, 26% possuíam curso superior completo e 3% estavam cursando primeiro ou segundo grau.

Mais da metade dos provadores (51%) responderam que consomem mel apenas uma vez por mês (FIGURA 22), confirmando assim o baixíssimo consumo de mel por parte da população brasileira (SEBRAE, 2006).

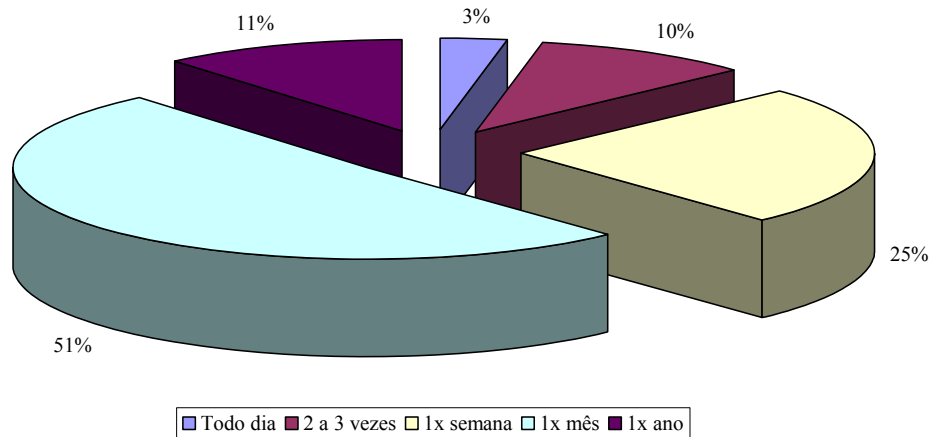


FIGURA 22: Frequência de consumo de mel dos provadores que realizaram a análise do mel de mamoneira no dia 19 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

O mel *in natura* é a forma mais consumida de mel por parte dos provadores, representando 36%, a forma de consumo com produtos foi de 24%, sendo percentual idêntico (24%) juntamente com limão, 11% responderam que consomem mel com elementos da flora medicinal e 5% consomem o mel de outras formas (FIGURA 23)

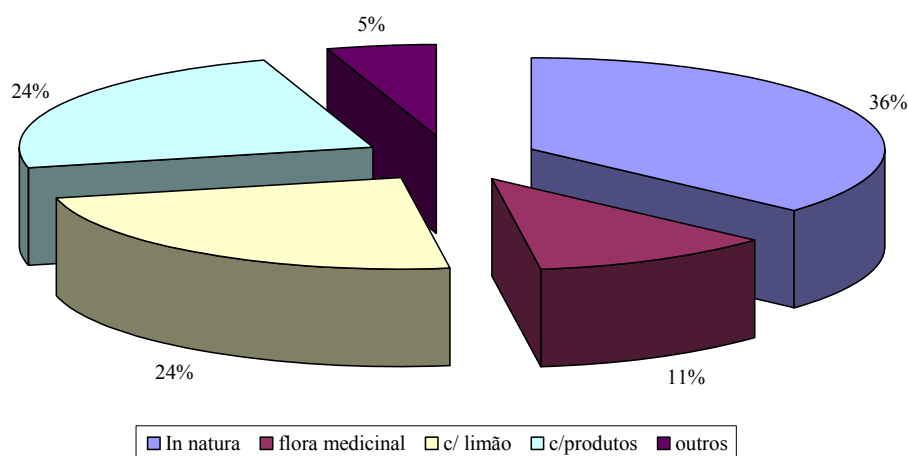


FIGURA 23: Forma de consumo de mel dos provadores que realizaram a análise do mel de mamoneira no dia 19 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

Dentre os parâmetros analisados (cor, viscosidade, aroma, sabor), verificou-se a aprovação do mel de mamona por parte dos provadores. O mel de mamona obteve por parte da maioria dos provadores nota 8 em relação as características analisadas, de acordo com a escala hedônica, que configura “gostei muito”, demonstrando a aceitação do produto por parte dos provadores (FIGURA 24).

A característica viscosidade foi a mais apreciada, seguida do aroma, sabor e por fim a cor. A cor do mel de mamona por apresentar cor clara (âmbar-claro) foi dentre as características a que menos agradou os provadores. Isso provavelmente se deve ao fato de que a maior parte do mel comercializado no estado do Ceará possuir normalmente cor mais escura. Alguns provadores comentaram que o mel por apresentar essa coloração parecia estar diluído, o que demonstra a falta de conhecimento por parte dos consumidores.

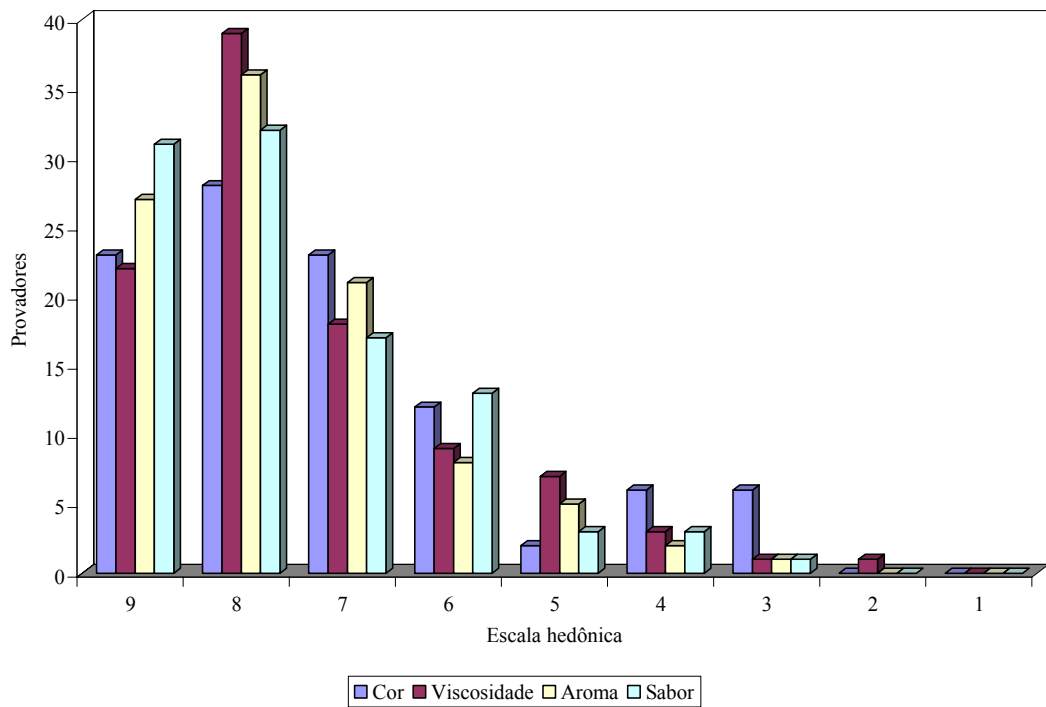


FIGURA 24: Avaliação do mel de mamona (*Ricinus communis* L.) através de escala hedônica estruturada em nove pontos (1 - desgostei muitíssimo; 5 - nem gostei nem desgostei; 9 - gostei muitíssimo) realizada em 19 de dezembro de 2006 no laboratório de análises sensoriais da Universidade Federal do Ceará.

A aceitação global do produto, obteve nota 8 na escala hedônica, resultado que revela o mel da mamona como sendo um produto com características de boa aceitação por parte dos provadores.

Em relação à atitude de compra por parte dos provadores, 42% responderam que certamente compraria o produto, significando a aceitação por parte dos provadores e indicando o mel de mamona como um produto de potencial comercial (FIGURA 25).



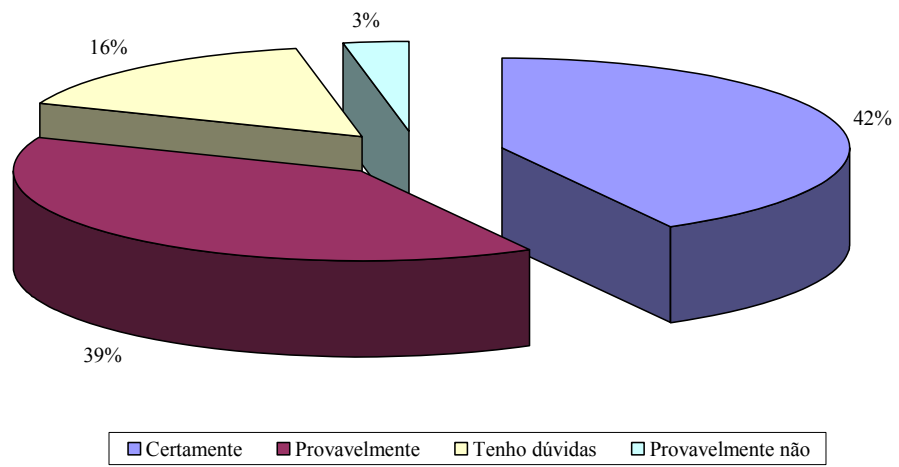


FIGURA 25: Atitude de compra por parte dos provadores que realizaram a análise do mel de mamoneira no dia 19 de dezembro de 2006 em Fortaleza, CE.

## 6. CONCLUSÕES

- A cultura da mamoneira (*Ricinus communis*) oferece boas condições de manutenção para colônias de *Apis mellifera* uma vez que oferece pólen e néctar, e que estes são prontamente utilizados pelas abelhas. No entanto, há a necessidade de inspeções frequentes para evitar a obstrução da área de postura do ninho com excesso de depósitos de mel e pólen;

- O cultivo da mamoneira (*Ricinus communis*) mostrou-se uma importante fonte de néctar para a exploração apícola, uma vez que levaram as colônias de *Apis mellifera* a apresentar em apenas 49 dias uma produtividade semelhante à média anual do país. Os plantios de mamoneira devem, portanto, ser explorados para a produção de mel por abelhas;

- O pólen e o mel da mamoneira (*Ricinus communis*) não são tóxicos para abelhas melíferas (*Apis mellifera*) e para roedores, indicando que, provavelmente, seja próprio para o consumo humano;

- O mel da mamoneira (*Ricinus communis*) apresenta características físico-químicas dentro da legislação brasileira a respeito, sendo adequado para a comercialização no país e podendo ser exportado, dependendo da legislação vigente de cada nação importadora;

- As características organolépticas do mel de mamona (*Ricinus communis*) são bem aceitas pela população, demonstrando que o mesmo possui potencial comercial;

- A exploração apícola da cultura da mamona (*Ricinus communis*) pode aumentar a rentabilidade das áreas de cultivo e minimizar os impactos ecológicos da agricultura, além de gerar um produto natural, nutritivo e bem aceito pela população em geral.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOFORADO FILHO, F. G. Sustentabilidade do semi-árido através da apicultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998. Salvador. *Anais...* Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. *Anais...* dos Congressos, Seminários e Encontros Brasileiros de Apicultura. 2. ed. CD-ROM.
- ALMEIDA, M. J. O. F., CENTANO, A. J.. Produção das abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 10., 1994. Pousada Rio Quente. *Anais...* Pousada do Rio Quente: Confederação Brasileira de Apicultura, p.346, 1994.
- AL-TIKRITY, W. S.; BENTON, A.W.; HILLMAN, E.C. The relationship between the amount of unsealed brood in honey bee colonies and their pollen collection. **Journal of Apicultural Research**, v. 11, p. 9-12, 1972.
- ALVES, M. O. **Possibilidade da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro.** In: Maria Odete Alves, José Narciso Sobrinho, José Maria Marques de Carvalho. – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p.42, 2004.
- AQUINO, I.S; ABRAMSON, C.I; PAYTON, M.E. Bio-ensaio alternativo para se detectar cera de abelha (*Apis mellifera* L.) adulterada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, 1998. Salvador. *Anais...* Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura. p. 208-209.
- BAKER, D. A.; HALL, J. L.; THORPE, J. R. A Study of the Extrafloral Nectaries of *Ricinus communis*. **New Phytologist**, v. 81, n. 1, p. 129-137. 1977.
- BARTH, O. M. **O mel no pólen brasileiro.** Rio de Janeiro: Gráfica Luxor, 1989. 150p. il.
- BARTH, O. M. Análise polínica de mel: avaliação de dados e seu significado. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 81, p. 2-6, maio, 2005.

- BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P. de; Vieira, D. J. Fitologia. In: Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 350p.:il.; 2001. P. 37-61.
- BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; MELO, F. B. de., Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda. **Bahia Agrícola**, v. 5, n. 2, p. 34-37, Nov. 2002.
- BRANCO NETO, A. Produto das abelhas. **Aprenda a criar abelhas**. São Paulo, SP: Três. 1986. Cap.61-80.
- BRASIL. Leis decretos, etc. Lei nº 30.691, de 04 de setembro de 1997. Diário Oficial, de 04 de set.. 1997. Seção 1, p. 1969-1970. Aprova as Normas Higiênicas-Sanitárias.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de mel**. Brasília: MA/DAS/DIPOA/DNT, 1997. 5p. (série regulamento técnico de identidade e qualidade de produtos de origem animal, n.3)
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. **Brasil exportador**. Disponível em <<http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 19 de jan. 2005.
- BRITO, A. S., **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**, 122p., Editora UNICAMP, Campinas – SP, 1994.
- CAMARGO, R. C. R. de.; PEREIRA, F. M. de.; LOPES, M. T. R. do. **Sistemas de produção**: produção de mel. In: Ricardo Costa Rodrigues de Camargo. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2002. p.133.
- CARVALHO, B.C.L **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p. il.

- CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, SS. Aplicação industrial do óleo In: Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. – Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 350p.:il.; 2001. P. 89-120.
- CINTRA, P. et al. Toxicidade do barbatimão para as abelhas. **Mensagem Doce**, São Paulo, v.66, p. 2-5, mar. 2002.
- CRANE, E. **O livro do mel**. São Paulo: Nobel, 1983. 255p.
- DIETZ, A. Nutrition of the adult honey bee. In: **The hive and the honeybee**. Eds.Dandant and sons. Hamilton Illin. USA. Chapter V. Dandant and Sons. 740p...1975.
- FAOSTAT. **Key statistics of food and agriculture external trade**. Disponível em: <http://www.FAOSTAT.org/es/ess/toptrade.asp>. Acesso em 19 jan. 2005.
- FONSECA, V. L. I., GIOVANNINI, A. K. O mel na alimentação. In: SIMPÓSIO SOBRE APICULTURA, 1984. Jaboticabal. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1984.
- FREE, J. B **Pheromones of social bees**. Chapman and Hall Ltda: London, 1987, 218p.il.
- FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. P de; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-35.
- FREITAS, B.M. **Potencial da caatinga para produção de pólen e néctar para a exploração apícola**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE. 1991. 140p.
- \_\_\_\_\_, B. M. . **Pollen identification of pollen and nectar loads collected by Africanized honey bees in the state of Ceara, Brazil**. In: International Conference on Apiculture in Tropical Climates, 1994, Port of Spain. Proceedings of the V International Conference on Apiculture in Tropical Climates. Cardiff, UK : IBRA, 1994. p. 73-79.

- \_\_\_\_\_, B. M. Conservação e propagação das espécies vegetais apícolas nativas do Nordeste brasileiro. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 7., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: PEC- NORDESTE, 2003. p 22-36..
- \_\_\_\_\_, B. M. Apicultura como agronegócio relevante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16., Aracaju. **Anais...** Aracaju: XVI: Confederação Brasileira de Apicultura, 2006.
- \_\_\_\_\_, B. M. Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In: GIULIETTI, A. M. **Apium Plantae**. Recife, PE: IMSEAR, 2006. cap. 1, p. 19-32.
- GRESSLER, W. Deslocamento das colméias e melgueiras. **Apicultura dicas macetes quebra-galhos**. Rio de Janeiro, RJ: Luclart Artes Gráficas. 1ª ed- maio/2004. Cap. 6. p.60-67.
- GURGEL, J. T. A. **Estudos sobre a mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. Piracicaba, s. ed. 1945. 75p.
- HERBERT, S; O' TOOLE, B; PAN, Z; AKIN, T; BONNEY, R. Néctar-produg plants for honey bees. **Acta Horticulture**, n.426, p. 329-332,1996. (ISHS)>
- HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília : Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações. 2004. 200p.
- IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal**: 2003. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2005.
- LIMA, A.O.N. **Pólen Coletado por Abelhas Africanizadas em Apiário Comercial na Caatinga Cearense**. 118f. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, 1995.
- LOPES, J. S. da.; BELTRÃO, N. E. M. de.; PRIMO JÚNIOR, J. F. Produção de mamona e biodiesel: uma oportunidade para o semi-árido. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 37-49, Set. 2005.

- LOPES, M. T. do R.; CAMARGO, R. C. R. de; VILELA, S. L. de O. Apicultura. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001. 1 Folder.
- MACHADO, I.C.S. Biologia floral de espécies de caatinga no Município de Alagoinha (PE)  
In: **Pesquisa com abelhas no Brasil**. Ribeirão Preto. Editores Soares & de Song, 688p.  
p.400-401, 1992.
- MAGALHÃES, E. de O. Apicultura – Alternativa de geração de emprego e renda. **Net**,  
Salvador, [s.d.]. Disponível em : <<http://www.ceplac.gov.br/radar/artigos/artigo11.htm-51k>>. Acesso em : 10 fev. 2007.
- MARTINS, M. A. Desenvolvimento sustentável – Educação Ambiental. In: CONGRESSO  
BRASILEIRO DE APICULTURA. 12., 1998. Salvador. *Anais...* Salvador:  
Confederação Brasileira de Apicultura. 1998. p.149-152.
- MEDEIROS, R. M. **Estudo agrometeorológico para o estado do Piauí**. Teresina, PI. 138p.  
2000.
- MELHORANÇA, A. L.. **Indicações técnicas para a cultura da mamona em Mato Grosso do Sul**. André Luiz Melhorança, Luiz Alberto Staut (Editores). – Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62 p.: il. color.; 21 cm. - (Sistemas de Produção / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1676-4129; 8)
- MÍDIO, A. F., **Glossário de toxicologia**, Ed. Rocca, p: 95, São Paulo, 1992.
- MIRANDA, M.B.B e ANDRADE, T.A.P. 1990. **Fundamentos de palinologia**. Principais tipos de pólen do litoral cearense. Universidade Federal do Ceará. 99p.
- MONTEIRO, J. V. **Produtividade da mamoneira 'Al Guarany 2002' (Ricinus communis L.) em função de diferentes arranjos populacionais**. Lavras: 2005. 89 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia – Universidade Federal de Lavras, 2005)

- MORAES, R. M. de. Da flor ao consumidor: o controle de qualidade que valoriza seu produto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11, 1996. Teresina. *Anais...* Confederação Brasileira de Apicultura, 1996.
- MOSHKIN, V. A; PERESTOVA, T. A. Morphology and anatomy. In: MOSHKIN, V. A (Ed). **Castor**. New Delhi: Amerind Publishing, 1986. p. 28-33.
- NORONHA, P.R.G. **Caracterização de méis cearenses produzidos por abelhas africanizadas: parâmetros químicos, composição botânica e colorimetria**. Fortaleza: 1997. 147p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Universidade Federal do Ceará, 1997).
- PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, Ceará: Tecbio. 2003. p.66.
- PAULA NETO, F. L. de., ALMEIDA NETO, R. M. de. Principais mercados apícolas mundiais e a apicultura brasileira. **Mensagem doce**, São Paulo, número 84, p. 2-23, nov. 2005.
- PAULA NETO, F. L. de., ALMEIDA NETO, R. M. **Apicultura nordestina: principais mercados, riscos e oportunidades**. In: Francisco Leandro de Paula Neto, Raimundo Moreira de Almeida Neto. – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. p. 78.
- PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração protéica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste Brasileiro**. 180f. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- PEREIRA, R. M de A., ARAÚJO FILHO, J. A de, LIMA, R.V. et al. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciê. Agron**, Fortaleza, ..20, n.1/2, p.11-20, jun./dez. 1989.
- PIEROTTI, L. I Nettàri. In: PINZAUTI, M. **Api e impollinazione**. Firenze: Edizioni della Giunta Regionale, 2000. p.17-27.



RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**. Viçosa: UFV, 1966. 75p.

RIBEIRO, M. do B. D. Potencialidade da apicultura no Nordeste brasileiro, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998. Salvador. *Anais...* Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. 270p. p. 38-43.

RIZZARDO, R. A.G. **O papel de *Apis mellifera* L. como polinizador da mamoneira (*Ricinus comunis* L.)** : avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento da produtividade da cultura. 78f. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RODRIGUES FILHO, A. **A cultura da mamona**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2000. 20p. (Boletim técnico).

SANTIAGO, E. O. **A cultura da Bananeira (*Musa paradisiaca*) como Fonte Alternativa de Néctar para a Apicultura em Período de Escassez**. Fortaleza: 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal do Ceará).

SANTOS, A.M.S.N. **Estudo do mutre (*Aloysia virgata*) como fonte de néctar para abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) no Estado do Ceará**. Fortaleza: 1997. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal do Ceará, 1997).

SANTOS, R. F. dos *et al.* Análise econômica. In: AZEVEDO, D. M. P de; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-35.

SATLER, A. Apicultura brasileira frente ao Mercosul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996, Teresina. *Anais...* Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. 434p. p.81-85.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Revista Sebrae Agronegócios**. n° 3, maio. 2006.

- SEELEY, T. D. The ecology at temperature and tropical honeybees societies. **American Scientist**. V. 79, 1983.
- SEVERINO, L. S. Curiosidades. In: SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. M. **Mamona: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 248p. p.243-248, 2006.
- SHUEL, R.W. The production of nectar and polen. In: DADANT & SONS, **The Hive and the honey bee**. Michigan: 1992, 1324p. p. 401-436.
- SOMMER, P. G. Quarenta anos de apicultura africanizada no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., 1996. Teresina. **Anais...** Teresina: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996. 434p. p. 33-36.
- SOMMER, P. G. O desenvolvimento da apicultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998. Salvador. **Anais...** Salvador: Confederação Brasileira de Apicultura, 1998. **Anais...** dos Congressos, Seminários e Encontros Brasileiros de Apicultura. 2. ed. CD-ROM.
- SOUSA, D. C. Adequando a Apicultura brasileira para o Mercado Internacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16., 2006. Aracaju. **Anais...** Aracaju: Confederação Brasileira de Apicultura, 2006. 16º Congresso Brasileiro de Apicultura. CD-ROM.
- \_\_\_\_\_, D. C. Importância socioeconômica. **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. Brasília: Sebrae, 2004. Cap. 4. 35-41.
- \_\_\_\_\_, D. C. Profissionalização na apicultura: uma necessidade brasileira. In: SEMINÁRIO PIAUIENSE DE APICULTURA, 12., 2005, Parnaíba. **Anais...** Parnaíba: EMBRAPA, 2005. p. 48-54.
- TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE 1982. 111p

VILCKAS, M., et al. Perfil do consumidor de mel. **Net**, São Paulo, nov., 2001 Mensagem Doce. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/index1.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

WEISS, E.A. **Castor, sesame and sunflower**. Leonard Hill: London, 1971, 901 p.

WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. 660 p.

WIESE, H. **Apicultura: novos tempos**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 424 p.

WINSTON, N. L. **A Biologia da Abelha**. Porto Alegre: Magister, 2003. 276 p.

ZARA FILHO, C. **Produção é menor que a demanda**. Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/.../apicultura/docs/apicultura%20informa%20es%20de%20merca%20do%20-%20040800.doc>> .