



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-graduação em Zootecnia
Dissertação de Mestrado

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS E POTENCIAIS POLINIZADORES DA
CAJAZEIRA (*Spondias mombin* L.) SOB CULTIVO, NA CHAPADA DO APODI,
CEARÁ**

FORTALEZA – CE

2010

MIKAIL OLINDA DE OLIVEIRA

Zootecnista

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS E POTENCIAIS POLINIZADORES DA
CAJAZEIRA (*Spondias mombin* L.) SOB CULTIVO, NA CHAPADA DO APODI,
CEARÁ**

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. PhD. Breno Magalhães Freitas

- O48a Oliveira, Mikail Olinda de.
Abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira (Spondias Mombin L.) sob cultivo, na chapada do Apodi, Ceará / Mikail Olinda de Oliveira. – Fortaleza, 2010.
62 f. il.; color. enc.
- Orientador: Prof. Phd. Breno Magalhães Freitas
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Fortaleza, 2010.
1. Fertilização de Plantas 2. Abelha. I. Freitas, Breno Magalhães (Orient.)
II. Universidade Federal do Ceará – Mestrado em Zootecnia. III. Título.

CDD 636

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.

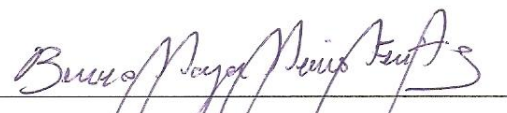
A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja citada a fonte.



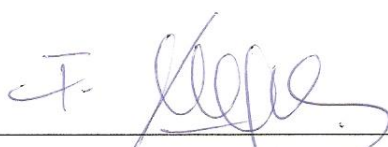
Mikail Olinda de Oliveira

Aprovada em: 16/08/2020

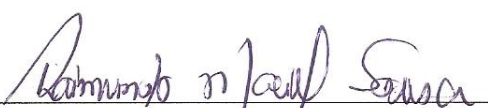
BANCA EXAMINADORA



Prof. PhD. Breno Magalhães Freitas
Orientador



Dr. Francisco Xavier de Souza
Co-orientador



Dr. Raimundo Maciel Sousa
Conselheiro

“Na história da humanidade (e dos animais também) aqueles que aprenderam a colaborar e improvisar foram os que prevaleceram”

Charles Darwin

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS PESQUISA.....	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objeivos específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. Polinização.....	15
3.2. Importância das abelhas na polinização	16
3.3. Eficiência de polinização por abelhas	16
3.4. A cajazeira	17
3.5. Biologia floral da cajazeira	18
3.6 Abelhas visitantes florais da cajazeira	19
3.7. Requerimentos de polinização da cajazeira	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1. Localização do experimento.....	21
4.2. Caracterização da área.....	22
4.3. Escolhas das áreas experimentais.....	22
4.4. Biologia floral e o florescimento do clone Lagoa Redonda.....	23
4.5. Visitantes florais e potenciais polinizadores.....	26
4.6. Padrão de forrageamento, abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira.....	26
4.7. Requerimentos de polinização da cajazeira	28
4.8. Eficiência de <i>Apis mellifera</i> e <i>Trigona spinipes</i> na polinização da cajazeira	30
4.9. Análises estatísticas.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1. Biologia floral e o florescimento do clone Lagoa Redonda	32
5.2. Visitantes florais e potenciais polinizadores	36
5.3. Padrão de forrageamento, abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira	38
5.4. Requerimentos de polinização da cajazeira	52
5.5. Eficiência de <i>Apis mellifera</i> e <i>Trigona spinipes</i> na polinização da cajazeira.....	54
6. CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Francisco Assis Papito de Oliveira e Ercília Maria Braga de Olinda, pelo carinho e amor e por me proporcionar todo o suporte necessário durante minha vida.

Ao mestre e orientador Professor Breno Magalhães Freitas, por estar sempre disposto a ajudar em todos os momentos desde a época de graduação.

À Professora Dra. Favízia Freitas de Oliveira, da Universidade Federal da Bahia, pela identificação de todas as espécies de abelhas presentes nesse trabalho.

Ao Prof. Dr. Gabrimar Araujo Martins, professor adjunto do departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pela ajuda e realização das análises estatísticas desse experimento.

À Ana Gláudia Vasconcelos Catunda aluna de doutorado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pela ajuda com as análises estatísticas.

Aos amigos e colegas de curso de graduação em Zootecnia Thalles Ribeiro, Hilton Alexandre, Paulo Marcelo Cidrão e Bruno Nóbrega, pela amizade durante todos esses anos.

Aos amigos Marcelo Casimiro Cavalcante e Isac Gabriel Abrahão Bonfim pela valiosa contribuição e por sempre estarem dispostos a ajudar em todos os momentos.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Zootecnia e a todos os integrantes do Grupo de Pesquisa com Abelhas da UFC.

À Isabela Maia da Costa pelo amor, carinho e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

Ao Laboratório de Abelhas da Universidade Federal do Ceará.

À EMBRAPA Agroindústria Tropical – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, por disponibilizar a área do cultivo para a realização da pesquisa.

Ao pesquisador da EMBRAPA D.Sc. Francisco Xavier de Souza pela contribuição e sugestões para a realização deste trabalho.

Ao professor do IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Dr. Raimundo Maciel Sousa, pela ajuda durante toda estadia em Limoeiro do Norte.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por ter disponibilizado a bolsa de mestrado.

RESUMO

A pesquisa foi realizada entre os meses de novembro de 2009 a janeiro de 2010, na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, no estado do Ceará. Utilizaram-se, ao todo, 32 árvores de cajazeira (*Spondias mombin* L.), do clone Lagoa Redonda, enxertado sobre umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda). O trabalho teve como objetivo avaliar a biologia floral, o padrão de forrageamento, abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira durante todo o período de florescimento, além do vingamento inicial (fertilização das flores) de acordo com os diferentes testes de polinização (polinização livre, restrita com papel, restrita com filó, manual cruzada com o pólen oriundo de flores masculinas, manual cruzada com o pólen oriundo de flores hermafroditas, autopolinização manual, polinização por abelhas *Apis mellifera* e polinização por abelhas *Trigona spinipes*). Os resultados mostraram que os principais e mais abundantes visitantes florais das flores de cajazeira, foram *Apis mellifera* (68%), *Trigona spinipes* (30%), *Xylocopa grisescens* (1%) e *Plebeia* aff. *Flavocincta* (1%). A cajazeira possui uma elevada produção de flores, porém os níveis de polinização natural estão muito abaixo do seu potencial de vingamento de frutos, quando comparados com a polinização cruzada manual e com a polinização por *Apis mellifera*. As flores da cajazeira não possuem a capacidade de realizar a autopolinização, necessitando da participação de agentes abióticos, no caso o vento e/ou bióticos, como as abelhas, para que haja a polinização das flores. Conclui-se que, a cajazeira é uma espécie andromonóica e alógama, grande produtora de pólen e com síndrome de polinização por melitofilia, onde as espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Xylocopa grisecens* são os seus efetivos polinizadores. Sendo a *Apis mellifera*, o principal polinizador e o mais eficiente, promovendo incremento no vingamento dos frutos do clone de cajazeira Lagoa Redonda, sob cultivo, na Chapada do Apodi, Ceará.

Palavras-chave: Abelhas, Polinização, Cajazeira, Requerimentos de polinização, Fruticultura.

ABSTRACT

The research was carried out from November of 2009 to January of 2010, in the Apodi plateau, situated in the county of Limoeiro do Norte, state of Ceará. It was used 32 cajazeira trees (*Spondias mombim* L.) of the Lagoa Redonda cloning tree, grafted on the umbuzeiro tree (*Spondias tuberosa* A.). The objective was to verify some variables regarding to floral biology; foraging pattern; abundance and frequency of floral visitors, mainly bees, of the cajazeira tree during the blooming season. It was also observed the initial fruit set for each pollination test (open pollination; restricted pollination with a paper pollination bag; restricted with a tulle pollination bag; hand cross pollination with pollen from males flowers; hand cross with pollen from hermaphrodite flowers; autopollination and pollination by honeybee, *Apis mellifera* and stingless bee, *Trigona spinipes*). The results showed that the main and most abundant floral visitors of the cajazeira tree were *A. mellifera* (68%) followed by *T. spinipes* (30%), *Xylocopa grisescens* (1%) and *Plebeia* aff. *Flavocincta* (1%). Although the cajazeira tree presents high production of flowers, the levels of open pollination are below to its potential of setting fruits, when compared with the hand cross-pollination and with the pollination by *Apis mellifera*. The flowers of cajazeira tree are unable to do self-pollination, thus requiring the participation of abiotic agents, in this case the wind, and/or biotic agents like bees, to promote their pollination. It is concluded that the cajazeira tree, is an andromonoecious, and allogamous species which produces high amount of pollen, and presents a melittophilous pollination syndrome whose the species *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* and *Xylocopa grisecens* are its effective pollinators. Among them, *Apis mellifera* was the main, and the most efficient pollinator, which improved the initial fruit set on the Lagoa Redonda cloning tree, under cultivation conditions, in the Apodi plateau, state of Ceará.

Key-words: bees; pollination; cajazeira tree; pollination requirement; orcharding

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
TABELA 1 - Média e erro padrão de quatro variáveis avaliadas em panículas do clone de cajazeira Lagoa Redonda, cultivado em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	33
TABELA 2 - Número de flores polinizadas, fertilizadas e percentagem de vingamento inicial de frutos, conforme o horário da polinização manual, Limoeiro do Norte, CE, 2010.	35
TABELA 3 - Famílias, espécies e quantidade de indivíduos visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda, cultivado em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	37
TABELA 4 - Média de todas as espécies de abelhas visitantes florais da cajazeira, em cultivo, de acordo com o horário, durante todo o período de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	41
TABELA 5 - Espécies de abelhas visitantes florais do clone de cajazeira, Lagoa Redonda, sob cultivo, durante o período de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	49
TABELA 6 - Abelhas visitantes florais da cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.) de acordo com o percentual de florescimento (100, 75, 50, 25%), em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	49
TABELA 7 - Padrão de forrageamento de cinco espécies de abelhas visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda em cultivo, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	50
TABELA 8 - Abelhas visitantes florais da cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.) sob cultivo, de acordo com o percentual de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	51
TABELA 9 - Vingamento inicial de frutos do clone de cajazeira Lagoa Redonda em flores submetidas a tratamentos de polinização controlada, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	53
TABELA 10 - Vingamento inicial de frutos do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em flores submetidas à Polinização livre, Polinização por <i>Apis mellifera</i> e polinização por <i>Trigona spinipes</i> , em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	54

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
FIGURA 1 - Foto de satélite da área experimental de clones de cajazeira, do lote 1.3 da 2ª etapa do DIJA – Distrito de Irrigação Jaguaribe - Apodi, em Limoeiro do Norte, CE.	21
FIGURA 2 - Vista parcial do pomar de clones de cajazeiras no início da florada (A), com as árvores ainda desfolhadas e no final do período de florescimento (B), em Limoeiro do Norte, CE.	22
FIGURA 3 - Panícula de cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.) com os botões florais fechados (A) e panícula com as flores completamente abertas (B), Limoeiro do Norte, CE, 2010.	33
FIGURA 4 - Figura 4. Padrão de liberação de pólen das flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	34
FIGURA 5 - Detalhe dos estigmas das flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, mergulhadas em solução de peróxido de hidrogênio (3%), (A) flores coletadas às 05:30 da manhã e (B) flores coletadas às 10:30 da manhã, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	35
FIGURA 6 - Sequência demonstrativa do desenvolvimento floral da cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.), desde o botão floral até o vingamento inicial do fruto, 2010.	36
FIGURA 7 - (A) Espécie de vespa, da família Vespidae, <i>Polistes</i> sp. e (B) uma espécie de díptero. Visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	37
FIGURA 8 - <i>Apis mellifera</i> coletando pólen (A) e <i>Trigona spinipes</i> sugando néctar (B), das flores de cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.), em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	38
FIGURA 9 - Abundância relativa das abelhas visitantes florais da cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.), durante todo o período de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.	39
FIGURA 10 - Frequência das abelhas visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda, cultivado na Chapada do Apodi, CE, 2010.	40
FIGURA 11 - Abelhas <i>Apis mellifera</i> coletando pólen das flores de cajazeira (<i>Spondias mombim</i> L.). Detalhe das corbículas completamente cheias. Limoeiro do Norte, CE, 2010.	41

- FIGURA 12 - Grande quantidade de abelhas *Apis mellifera*, coletando pólen da cajazeira (*Spondias mombim* L.), em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 42
- FIGURA 13 - Frequência das abelhas nas flores de cajazeira (*Spondias mombim* L.), em quatro percentagens de florescimento: A) quando 100% das árvores estão em florescimento; B) com 75%; C) com 50% e D) com 25% das árvores em florescimento. Limoeiro do Norte, CE, 2010. 43
- FIGURA 14 - *Trigona spinipes* visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 44
- FIGURA 15 - *Xylocopa grisescens* visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 45
- FIGURA 16 - Abundância relativa das abelhas visitantes florais da cajazeira (*Spondias mombim* L.), em quatro percentagens de florescimento: A) quando 100% das árvores estavam em florescimento; B) com 75%; C) com 50% e D) com 25% das árvores em florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 46
- FIGURA 17 - *Plebeia* aff. *Flavocincta* visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 47
- FIGURA 18 - *Augochloropsis* sp. visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 48
- FIGURA 19 - Tratamentos dos Requerimentos de polinização: A) flores isoladas com sacos de papel (T1) e de filó (T2) e B) autopolinização manual com a utilização do pincel nas flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010. 53

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura tropical brasileira tem uma grande e sempre crescente participação no agronegócio do país, tanto pela comercialização como pelo consumo da fruta *in natura*. Entre as várias espécies vegetais exploradas no Nordeste, encontra-se a cajazeira (*Spondias mombim* L.).

A cajazeira é uma fruteira tropical, muito valorizada devido o processamento agroindustrial de seus frutos e comercialização dos produtos processados, como polpas, sucos, geléias, sorvetes, licores e picolés, ocupando lugar de destaque na produção e comercialização na região Nordeste (PINTO et al., 2003) & (SOUZA, 2005). O fruto processado em forma de polpa também é exportado para Alemanha, Holanda e Suíça (KHAN et al. 2003).

O aumento da demanda por frutos da cajazeira vem despertando o interesse para o cultivo da espécie, que ainda é considerada em fase de domesticação. A produção se baseia no extrativismo e em pomares domésticos, não existindo dados confiáveis sobre produção e produtividade, havendo poucas informações disponíveis para a implantação de pomares comerciais. A realização de pesquisas sobre fatores inerentes a produção de frutos, como a polinização, por exemplo, é de extrema importância para servir como base a qualquer agricultor que se interessar em formar um cultivo de cajazeira.

A morfologia floral permite a utilização de seus recursos, pólen e/ou néctar, por uma diversidade de insetos generalistas, sendo uma importante fonte para a entomofauna. Flores pequenas de coloração branca e geralmente tubos curtos como a da cajazeira revelam uma síndrome de polinização por abelhas pequenas. Essas informações são indicativos de que a cajazeira necessita da polinização melitófila de suas flores para produzir frutos. Há a necessidade de pesquisas relacionadas a polinização objetivando-se conhecer seus visitantes florais, avaliar a relação entre a produção de frutos e as flores e elucidar o papel das abelhas na polinização da cajazeira.

2. OBJETIVOS PESQUISA

2.1. Objetivo geral

Obter informações gerais sobre a biologia floral e requerimentos de polinização da cajazeira, identificando seus principais polinizadores e suas eficiências de polinização.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a biologia floral da cajazeira;
- Identificar os visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira;
- Determinar a frequência, abundância e a diversidade dos visitantes florais em função do período da florada;
- Descrever o padrão de forrageamento das abelhas polinizadoras da cajazeira;
- Determinar os requerimentos de polinização da cajazeira;
- Verificar a eficiência de polinização por abelhas e sua contribuição para um aumento no vingamento inicial dos frutos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Polinização

A maioria das espécies vegetais que produzem flores é dependente da polinização para que possam se reproduzir. A polinização é definida como a transferência de grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie (CORBET *et al.*, 1991). Ela pode ser de forma direta, quando o pólen é transferido das anteras para o estigma da mesma flor, chamada de autopolinização e indireta ou polinização cruzada, quando ocorre entre flores de plantas diferentes da mesma espécie (MORGADO, 2002).

A polinização pode ser classificada de acordo com o tipo de agente que a realiza, ela pode ser realizada pelo vento (anemofilia), pela água (hidrofilia) e pela gravidade, sendo esses três tipos conhecidos como polinização abiótica. A polinização biótica, ou seja, realizada por seres vivos, pode ser feita por morcegos (quiropterofilia), pássaros (ornitofilia), moscas (miiofilia), besouros (cantarofilia), borboletas (psicofilia), mariposas (falenofilia) e abelhas (entomofilia), entre outros (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). A polinização é um dos mais importantes eventos da natureza, já que a mesma mantém e promove a biodiversidade (WITTMANN, 2000), e mesmo plantas capazes de realizar a autopolinização podem se beneficiar da polinização cruzada, contribuindo para o aumento da produtividade e variabilidade genética.

Entre os animais, os da classe Insecta são os mais importantes no processo de polinização, sendo na ordem Hymenoptera que se encontra o maior número de espécies polinizadoras e desses insetos, as abelhas são muito importantes e eficientes polinizadoras disponíveis na natureza. Em pesquisa realizada, KLEIN *et al.* (2006) verificou que em 13 culturas diferentes, o serviço de polinização é essencial para que haja produção de frutos.

3.2. Importância das abelhas na polinização

Algumas espécies vegetais possuem a capacidade de se autopolinizarem, sem a necessidade de algum fator externo, porém a grande maioria das plantas é dependente de agentes externos para que ocorra a polinização (McGREGOR, 1976; FREE, 1993). Desses agentes externos destacam-se os insetos, que são responsáveis pela polinização de 86% de todos os plantios comerciais de frutas, nozes e sementes (NABHAN e BUCHMANN, 1997; KEVAN e IMPERATRIZ-FONSECA, 2002), desse total, estima-se que aproximadamente 73% das espécies vegetais cultivadas no mundo sejam polinizadas por alguma espécie de abelha, (FAO, 2004).

As abelhas são consideradas como os principais agentes polinizadores, retiram alimento exclusivamente das flores, além possuírem uma grande necessidade de coletarem os recursos florais (pólen e/ou néctar) em grandes quantidades, tanto para alimentação própria como para alimentarem suas crias, obrigando-as a visitarem um número maior de flores do que qualquer outro grupo de insetos (FREITAS, 1995).

Em se tratando de polinização por abelhas, não são apenas as melíferas que tem importância, várias abelhas solitárias e abelhas nativas do território brasileiro, conhecidas como abelhas indígenas do Brasil, também são responsáveis pela polinização de diversas culturas agrícolas.

3.3. Eficiência de polinização por abelhas

As abelhas são os agentes polinizadores mais importantes, no entanto, a eficiência polinizadora de qualquer visitante floral, pode ser influenciada por uma série de fatores, alguns inerentes ao próprio inseto e outros inerentes a cultura a ser polinizada (SPEARS, 1983). Por esse motivo nem todo visitante floral pode ser considerado como um potencial polinizador da cultura vegetal em questão.

Os principais fatores relacionados à cultura são a estrutura e morfologia da flor, o volume, concentração e conteúdo de açúcar total do seu néctar, o horário e padrão de secreção do néctar ou liberação de pólen, a viabilidade e longevidade do pólen, a autocompatibilidade ou incompatibilidade do pólen da mesma planta, variedade ou cultivar, o período de receptividade do estigma e vida útil dos óvulos (HARDER & THOMSON, 1989; FREITAS,

1996). Já os principais fatores relacionados às abelhas, são o seu horário de visitação, comportamento de forrageamento, tipo de material coletado, tamanho, entre outros.

Para que uma espécie animal qualquer, incluindo as abelhas, possa ser classificada como polinizadora de certa cultura, é preciso que o potencial polinizador seja atraído pelas flores, que ele apresente fidelidade àquela espécie, que possua tamanho e comportamento adequados para remover pólen dos estames e depositá-los nos estigmas, que transporte em seu corpo grandes quantidades de pólen viável e compatível e que visite as flores quando os estigmas ainda apresentam boa receptividade e antes do início da degeneração dos óvulos (FREE, 1993; FREITAS & PAXTON, 1996; FREITAS, 1997). Por isso nem todas as espécies vegetais são igualmente atrativas para todos os polinizadores e nem todo visitante floral é eficiente na polinização de qualquer cultura.

3.4. A cajazeira

A cajazeira apresenta uma grande importância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo comercializado em feiras livres ou destinado ao abastecimento da indústria processadora. Segundo MARTINS & MELO (2005) na região Sul da Bahia, a polpa de cajá é a que possui maior demanda entre as polpas de frutas comercializadas.

O cajá é apresenta rendimento médio de polpa em torno de 45-50% (DIAS et al., 2003), os frutos possuem excelente sabor e aroma e devido a sua acidez, normalmente, não é consumido ao natural. Apesar da polpa de cajá possuir grande demanda, a sua industrialização é totalmente dependente das variações das safras, considerando a forma de exploração extrativista do cajá e a grande perda de frutos devido a problemas de colheita e de transporte.

As árvores nativas apresentam um grande porte, podendo atingir até 40 metros de altura e a colheita só é realizada quando os frutos amadurecem e caem no chão, fazendo com que muitos sejam danificados e fiquem sujeitos a ação de patógenos, insetos, roedores e à fermentação. Em decorrência disso e de sua forma de exploração, não existem dados da sua produção total e produtividade.

3.5. Biologia floral da cajazeira

As flores da cajazeira tanto masculinas, quanto hermafroditas são descritas como pistiladas, pentâmeras, actinomorfas, possuem cálice verde claro, cinco pétalas brancas e um androceu composto por 10 estames do mesmo tamanho, todos com filetes brancos e anteras amarelas (RAMOS, 2009). Com as inflorescências sendo do tipo panícula terminal e apresentando em média 5.940 flores, com a antese ocorrendo por volta das 5h30 em ambos os tipos florais. Já FRANCA et al. (1998) constatou que a antese da cajazeira, em plantas nativas, ocorre por volta de 1h30 da manhã com o pico de abertura das flores às 4h30.

A cajazeira exibe características reprodutivas variáveis, sendo relatada por BAWA & OPLER (1975), também na Costa Rica como monóicas, já no México PENNINGTON & SARUKHAN (1968) descreveram as flores como dióicas e CROAT (1978), observou as árvores com flores hermafroditas no Panamá.

Em pesquisa realizada no oeste e sudoeste da Amazônia, com centenas de árvores nativas, os autores verificaram que as flores eram hermafroditas. Havendo a presença de protandria, onde o ovário não se desenvolve antes da liberação do pólen e várias etapas no desenvolvimento da flor, podem ser encontradas numa só inflorescência (MITCHELL & DALY, 2005).

Em estudo sobre a anatomia floral e a polinização da cajazeira, verificou-se que as flores possuem um tamanho reduzido (5mm), anteras móveis e são grande produtoras de pólen. Os estigmas das flores perfeitas estão localizados de forma a facilitar a captura desses grãos de pólen. E que as flores, que são desprovidas de cores vistosas e nectários, apresentam pouca atratividade aos animais (LOZANO, 1986).

Entretanto essa grande oferta de pólen nas flores da cajazeira, mencionada por LOZANO (1986) pode e deve servir como atrativo para animais que utilizam o pólen como fonte de proteína para alimentação própria ou para a alimentação de suas crias, como é o caso das abelhas. Essa grande oferta de pólen, pode ser uma das características de *Spondias*, onde GARCIA (1997), também observou nas flores de ciriguela, masculinas principalmente, sacos polínicos com abundantes grãos de pólen.

3.6 Abelhas visitantes florais da cajazeira

Pesquisas sobre a polinização da cajazeira são muitos escassos na literatura, pouco se sabe sobre os sistemas de polinização e sobre os visitantes florais da cultura.

A morfologia floral do gênero *Spondias* favorece as abelhas sem ferrão de tamanho reduzido e comportamento compatível, pesquisas anteriores mostraram que as abelhas são os principais visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira e que as flores pequenas de coloração branca a creme e geralmente tubos curtos e simetria radial e grande produtora de pólen, como a espécie *Spondias mombin* revelam uma síndrome de polinização por melitofilia (FRANKIE et al., 1983 & BARRETO, 2006).

A cajazeira é considerada, por RAMOS (2009), como uma fonte importante de recursos para a entomofauna da região, por ser uma espécie abundante e devido a sua morfologia floral simples, permitindo a utilização de seus recursos por uma diversidade de insetos generalistas, especialmente insetos pequenos adaptados ao tamanho das flores. Dentre os visitantes florais de *S. mombin*, pode-se considerar as abelhas os polinizadores potenciais, já que estas visitaram as flores com maior frequência.

As espécies mais abundantes, em pesquisa realizada por RAMOS (2009) foram *Tetragona goettei* (Friese, 1900), *Trigona hyalinata* (Lepeletier, 1836) e *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758). Ao pousarem em uma flor, as abelhas contatavam as anteras e os estigmas com a parte ventral do tórax, comportamento típico de polinizadores, durante a coleta de pólen. Estas caminhavam por toda a inflorescência e o pólen ficava aderido por toda a parte ventral do corpo. A transferência dos grãos de pólen é feita através das pernas medianas, com as quais as abelhas raspam o pólen da parte ventral, depositando-o nas corbículas. Isso pode ocorrer durante o vôo, ou quando em pouso, nas flores ou outras partes da planta. As abelhas foram vistas apenas em coleta de pólen, possivelmente porque é um recurso muito mais abundante do que o néctar, nesta espécie vegetal.

Apesar de *A. mellifera* ter sido encontrada em alta frequência nas flores de *S. mombin* estas foram consideradas polinizadores secundários em relação à *Tetragona goettei* e *Trigona hyalinata*, pois, em sua maioria, visitaram as flores antes do estigma estar receptivo. A cajazeira foi apontada por RAMOS (2009), como importante fonte de recurso para abelhas sem ferrão, que são utilizadas por meliponicultores rurais para a produção de mel na região Norte do Brasil.

3.7. Requerimentos de polinização da cajazeira

Pouco se sabe sobre o sistema de polinização da cajazeira, os seus requerimentos de polinização não foram muito estudados e a eficiência polinizadora dos visitantes florais nunca foi avaliado.

Devido à existência de características reprodutivas variáveis na cajazeira, como descrito por BAWA & OPLER (1975); PENNINGTON & SARUKHAN (1968) & CROAT (1978), faz-se necessário uma avaliação mais profunda sobre o assunto, com o intuito de encontrar um consenso sobre as reais necessidades de polinização da cultura e os efeitos que determinado tipo de polinização pode causar sobre a produtividade das árvores.

A cajazeira foi caracterizada como uma espécie anemófila, onde a grande produção de pólen e a posição das anteras e do estigma favorecem a anemofilia (LOZANO, 1986). Em outro estudo sobre os requerimentos de polinização da cajazeira realizada por RAMOS (2009), revelou que a cajazeira é uma espécie que se enquadra no tipo de sistema reprodutivo xenogâmico, necessitando da polinização cruzada para produzir frutos.

As abelhas são tidas como aquelas que melhor desempenham o papel de agentes polinizadores. Elas normalmente apresentam numerosos pelos plumosos, melhor adaptados para a captação de pólen, (PEDRO; CAMARGO, 1999; BEATTIE, 1985). Entretanto, os polinizadores podem promover alta taxa de geitonogamia, contribuindo para a baixa produção de frutos que acontece sob condições naturais.

Essa baixa produção de frutos, que acontece sob condições naturais, também pode ser devido à auto-incompatibilidade das flores da cajazeira. Essa mesma auto-incompatibilidade foi verificada por LEITE (2006), em *Spondias tuberosa*. Há uma grande necessidade de se avaliar os reais requerimentos de polinização da cajazeira, a fim de preencher a lacunas ainda existentes sobre o assunto.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Localização do experimento

As observações da pesquisa foram realizadas entre os meses de novembro de 2009 a janeiro de 2010, em plantas de um pomar de cajazeira plantado em fevereiro de 2000, em área de Cambissolo na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, CE.

A localização geográfica do pomar é $5^{\circ}12'9,8''$ S e $37^{\circ}59'29,2''$ W e altitude de 158 m (medições feitas com aparelho GPS 12), no lote 1.3 da 2ª etapa do DIJA – Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi.

Essa área está inserida na zona semiárida do nordeste do Brasil e pela classificação de Köpen, o clima da chapada é do tipo, quente e semiárido, o regime pluvial caracteriza-se por um período de chuvas de janeiro a junho e uma estação seca, com ocorrência de chuvas esparsas no restante do ano.

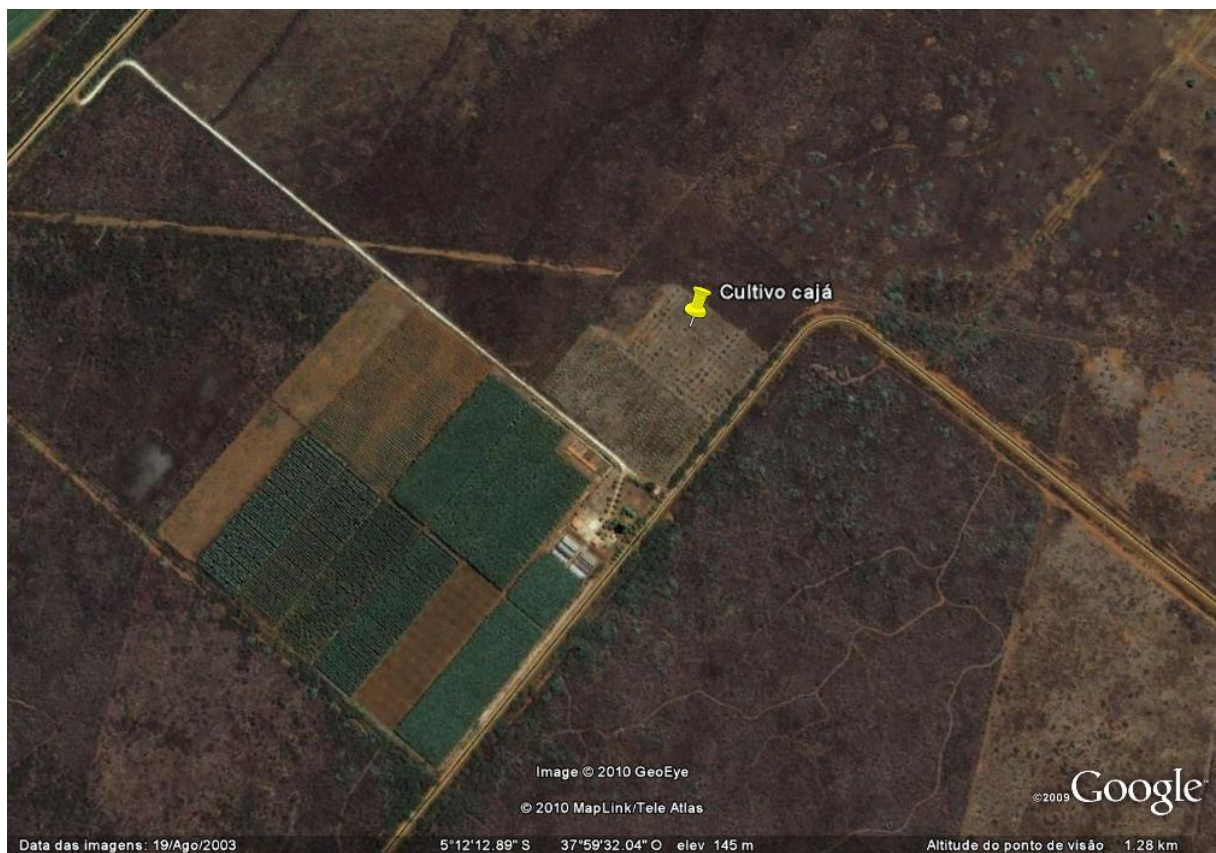


Figura 1. Foto de satélite da área experimental de clones de cajazeira, do lote 1.3 da 2ª etapa do DIJA – Distrito de Irrigação Jaguaribe - Apodi, em Limoeiro do Norte, CE.

4.2. Caracterização da área

A área do experimento é formada por um solo argiloso de cor avermelhada, classificado, especificamente, como Cambissolo Háplico, com argila de atividade alta a fraca (EMBRAPA, 1999). É profundo, bem drenado e de boa fertilidade natural. A área experimental compreende um total de 12.096 m², o relevo é plano e o plantio das mudas foi realizado em sistema retangular, no espaçamento de 8 x 7 m.

O pomar é formado por cinco clones diferentes enxertados tanto sobre cajá como sobre umbu.



Figura 2. Vista parcial do pomar do clone de cajazeira Lagoa Redonda, no início da florada (A), com as árvores ainda desfolhadas e no final do período de florescimento (B), em Limoeiro do Norte, CE.

4.3. Escolha das áreas experimentais

A escolha do clone e das plantas que serviriam como objeto de estudo nesse experimento, teve por base vários critérios, como: produtividade, plantas que estavam em fase de florescimento no período experimental e acesso as panículas.

O clone escolhido como objeto de pesquisa foi o Lagoa Redonda, enxertado sobre umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), por ser um clone mais produtivo e promissor.

O clone Lagoa Redonda tem como características precocidade e produtividade (SOUZA, 2005), quando comparados com outros clones. As árvores estão com 10 anos de idade e são cultivadas em sistema de sequeiro. Utilizou-se 32 plantas do clone Lagoa Redonda, divididas em oito blocos, cada um com quatro plantas.

4.4. Biologia floral e o florescimento do clone Lagoa Redonda

O estudo da biologia floral da cajazeira ocorreu durante todo o período de florescimento. Os botões florais foram avaliados durante todo o seu desenvolvimento até a queda das flores. Foram verificadas as seguintes características e variáveis da espécie em estudo, como por exemplo:

- Duração do florescimento da cajazeira:

A duração do florescimento da cajazeira foi acompanhada desde a abertura das primeiras flores até o final do período de floração, ou seja, quando não mais existiam flores nas panículas.

- Longevidade da flor masculina e hermafrodita:

As panículas receberam marcações com fitas de cetim e avaliadas, a intervalos de 30 minutos, com flores masculinas e hermafroditas foram marcadas, onde a partir da antese era observado o tempo necessário para a queda das flores.

- Horário da antese (abertura da flor):

Nas primeiras horas do dia, antes dos primeiros raios solares, várias panículas de um mesmo lado das árvores foram observadas. Quando as primeiras flores abriam contou-se e anotou-se o horário exato da antese. As observações foram feitas durante 10 dias não consecutivos.

- Número de cachos por panícula:

Realizou-se transetos de 150 m, 27 panículas foram escolhidas ao acaso e contou-se o número de cachos (FAO, 2009).

- Número de panículas por ramo:

Em um transeto de 150 m as árvores eram escolhidas aleatoriamente e somada quantidade de panículas contida em todos os ramos das árvores e depois calculada a média. Vinte e oito ramos das árvores escolhidas tiveram o número de panículas contado (FAO, 2009).

- Número de flores por panícula:

Realizando transetos de 150 metros, as árvores eram escolhidas as acaso e suas panículas coletadas. Foram coletadas ao todo vinte e três panículas e contadas o número total de flores, após a contagem foi calculado o número médio de flores por panícula (FAO, 2009).

- Comprimento da panícula (cm):

As árvores foram escolhidas as acaso e suas panículas eram medidas com o auxílio de uma trena. Ao todo, foi realizada a medição de 35 panículas e calculado o comprimento médio em cm.

- Horário (padrão) de liberação do pólen:

De 30 em 30 minutos diversas panículas foram acompanhadas com o intuito de se obter o padrão de liberação de pólen da espécie. Com o auxílio de uma placa de petri as panículas eram sacudidas e os grãos de pólen ficavam depositados na placa, foram realizadas 10 repetições ao longo dos dias, em um total de dezesseis panículas, até não conseguir obter mais nenhum grão de pólen no fundo da placa (adaptado de E.M.S. da Silva et al., 2005).

Para o padrão de liberação dos grãos de pólen, foram atribuídas percentagens de 0 a 100, de acordo com a quantidade de pólen liberado, onde:

0% - As anteras ainda não estavam liberando pólen;

20% - As anteras estavam liberando pólen, em pequena quantidade;

- 40% - As anteras já se encontravam com pólen;
- 60% - As anteras já estavam liberando pólen;
- 80% - As anteras estavam liberando pólen quase que completamente;
- 100% - As anteras completamente cobertas de pólen e a liberação máxima.

- Receptividade do estigma:

A receptividade do estigma das flores da cajazeira foi observada de duas formas diferentes:

1- Através de polinizações manuais realizadas a intervalos de 30 minutos, a partir das 05:30 da manhã, até às 10:30. Um total de 925 flores foram polinizadas manualmente e durante 5 dias consecutivos, em todos os horários foi verificado a fertilização ou não das flores. Foi utilizado o clone Gereau como doador de pólen.

2 - Com a utilização do peróxido de hidrogênio (3%), onde os estigmas de 35 flores foram mergulhados na solução e a receptividade do estigma é proporcional ao número de bolhas de oxigênio que aparecem na superfície estigmática (DAFNI, 1992).

- Vingamento inicial (fertilização das flores):

Marcou-se com fitas de cetim 2.480 flores polinizadas manualmente e realizou-se acompanhamento diário. Ao observar o aparecimento do vingamento inicial de frutos, a data era anotada para contagem do tempo de vingamento em dias.

- Deiscência das anteras:

Com a utilização de uma lupa o tipo de antera, ou seja, a forma como as anteras liberavam o pólen foi verificada.

4.5. Visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira

As observações dos visitantes florais foram feitas em 25 dias não consecutivos e distribuídos ao longo do período de florescimento, sendo realizada por meio de transetos de 150 m a cada 30 minutos, das 05:00h às 08:00h da manhã, horário em que as visitas às flores não mais ocorriam (FAO, 2009). A coleta dos insetos foi realizada com o auxílio da rede entomológica.

Os insetos coletados foram mortos em uma câmara mortífera utilizando acetato de etila, montados em quadro entomológico, para posterior identificação quanto ao gênero e a espécie.

A identificação dos mesmos foi realizada no laboratório de entomologia da Universidade Federal da Bahia.

4.6. Padrão de forrageamento, abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira

Durante o pico do florescimento, que ocorreu a partir da segunda quinzena de dezembro, até o final da floração, houve a realização de diversas observações e anotações sobre o padrão de forrageamento, abundância e frequência das abelhas que visitam as flores da cajazeira. Assim como fotografias das mesmas utilizando uma máquina fotográfica Sony cyber-shot DSC-H2 6.0 megapixels, zoom 12x.

Essas observações só foram registradas para as espécies mais abundantes na área e possíveis polinizadores da cajazeira, como *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa grisescens*, *Plebeia Flavocincta* e *Agochloropsis sp.*

A contagem das abelhas visitando as flores e as verificações sobre a abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira foi feita durante vinte e cinco dias não consecutivos distribuídos desde quando as árvores estavam todas em pleno florescimento, até o final do período. Ela foi realizada por meio transetos de 150 m, onde todas as abelhas coletando os recursos florais foram contadas com o auxílio de contadores. Essa contagem ocorria entre 05:00h e 08:00h da manhã, quando a partir daí não existiam mais abelhas no campo (FAO, 2009).

A abundância está ligada com a quantidade de abelhas, de todas as espécies, visitando as panículas, durante todo período.

Frequência refere-se à quantidade de abelhas presente nas panículas, de acordo com o horário, as abelhas eram identificadas quanto à espécie e contadas nos dez primeiros minutos de cada meia hora.

A abundância e frequência dos visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira foi observada em quatro momentos de florescimento da área de estudo: a) quando 100% das árvores estavam florando; b) quando cerca de 75% das árvores estavam florescendo; c) com 50% da florada total e d) com apenas 25% das árvores estavam florescendo.

As anotações sobre padrão de forrageamento também foram realizadas de 5:00h às 8:00h da manhã, a intervalos de 30 minutos, iniciando com a chegada da abelha na inflorescência e finalizando quando a mesma a abandonava ou saía do alcance da vista do observador durante 15 dias não consecutivos.

Houve a verificação de vários parâmetros, no que diz respeito ao padrão de forrageamento das abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira, como:

- Horário de visita de cada espécie estudada:

Durante o início do período de florescimento, compreendendo um total de 7 dias não consecutivos, foi observado e anotado o exato momento que a primeira abelha de cada espécie visitante floral da cajazeira na região chegava no pomar e começava a realizar a coleta dos recursos florais.

- Tempo gasto durante a coleta na flor e na panícula:

Com o auxílio de cronômetros o tempo necessário para a coleta dos recursos florais em segundos de cada espécie visitante floral da cajazeira foi verificado, anotado e em seguida calculada a média. A contagem tinha início com a chegada da abelha na flor e/ou na panícula e terminava quando a mesma passava para outra flor ou abandonava o local. Ao todo, 97 abelhas das espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Xylocopa grisescens*, *Plebeia flavocincta* e *Augochloropsis* tiveram o tempo de coleta na flor contabilizado e 86 abelhas das mesmas espécies tiveram o tempo durante a coleta em uma única panícula registrado.

- Tipo de abordagem:

O tipo de abordagem, ou seja, a forma ou comportamento da abelha campeira durante a coleta foi avaliado de acordo com tipo de material coletado, pólen ou néctar, sendo posteriormente detalhado por espécie.

- Quantidade de flores e panículas visitadas por minuto.

Cada espécie de abelha teve a quantidade de flores e panículas visitadas durante um minuto contabilizadas. Foram utilizadas ao todo 60 abelhas da espécie *Apis mellifera*, 56 *Trigona spinipes*, 26 *Xylocopa grisescens*, 21 *Plebeia flavocincta* e 10 *Augochloropsis*.

4.7. Requerimentos de polinização da cajazeira

As observações ocorreram no período de novembro de 2009 a janeiro de 2010. Os materiais utilizados como sacos de papel e de filó, fitas e linhas coloridas para identificação e marcação de botões florais, flores e panículas da cajazeira. Foram aplicados seis tratamentos de polinização controlada durante todo o período de florescimento das árvores.

T1 Polinização livre – Foram marcados 67 cachos com um total 1537 botões florais antes da antese (abertura das flores). Como a flor é uma flor muito pequena foram marcados os cachos das panículas com linha de algodão colorida e contou-se o número de flores contidas em cada panícula marcada. Essa marcação foi realizada na base do cacho, sem que isso afetasse a abertura e o desenvolvimento normal das flores. Após a contagem dos números de utilizou-se uma fita de cetim no ramo da panícula para identificação do tipo de tratamento realizado. Os botões florais foram acompanhados até o abortamento das flores ou até o vingamento inicial dos frutos.

T2 Polinização restrita com sacos de papel – Nesse tratamento, antes da antese, houve a marcação de 63 cachos, com 1644 botões florais acompanhados. Após a marcação e contagem dos botões florais, as flores foram envolvidas com sacos de papel, para verificar a ocorrência de partenocarpia nas flores da cajazeira.

T3 Polinização restrita com sacos de filó – Antes da antese (abertura das flores) 68 cachos foram marcados e contados ao todo 2259 botões florais. Depois as panículas foram ensacadas com sacos de filó, de modo que o filó não tocasse nas partes reprodutivas das flores após a abertura das mesmas.

Todas as polinizações seguintes foram realizadas entre os horários de 05:30h e 08:00 h da manhã, uma vez que é nesse intervalo de tempo que ocorrem melhores taxas de fecundação das flores (estigma está mais receptivo e a viabilidade e quantidade do pólen é maior). Os tratamentos foram identificados por fitas e linhas de cores diferentes.

T4 Autopolinização manual – As panículas eram ensacadas no dia anterior a antese com sacos de papel e desensacadas no dia seguinte. Com o auxílio de um pincel o pólen de uma flor foi depositado no estigma da mesma flor. Foram marcados 62 cachos e polinizadas um total de 724 flores.

T5 Polinização cruzada manual com o pólen oriundo de uma flor masculina – Nesse tratamento o clone Gereau foi o doador de pólen. Marcou-se de 66 cachos e 925 flores. No dia seguinte, após a antese das flores, as panículas foram desensacadas e polinizadas manualmente com pólen de flores masculinas do clone Gereau. As flores doadoras de pólen foram coletadas poucos minutos antes de iniciar as polinizações manuais cruzadas. Após as polinizações, sacos de filós serviram para envolver as panículas evitando o contato das flores com algum tipo de agente biótico.

T6 Polinização cruzada manual com o pólen oriundo de uma flor hermafrodita – Tratamento igual ao anterior, só que as flores doadoras de pólen eram flores hermafroditas. 74 cachos com um total de 831 flores polinizadas.

4.8. Eficiência de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* na polinização da cajazeira

As observações tiveram início na segunda quinzena de Dezembro, durante cinco dias consecutivos, quando todas as plantas do clone Lagoa Redonda estavam florescendo. Foram utilizados sacos de papel e de filó, fitas e linhas coloridas para identificação e marcação de botões florais, flores e panículas da cajazeira. Levaram-se em consideração, as duas espécies de abelhas mais abundantes na área e potenciais polinizadores da cajazeira. Em relação ao percentual de vingamento inicial.

T7 Polinização por *Apis mellifera* – As panículas foram ensacadas no dia anterior a antese e desensacadas no dia seguinte, era aguardada a visita de uma abelha *Apis mellifera* na flor. Após a observação da visita, o ramo era marcado e contado o número de flores visitadas por abelhas dessa espécie. Marcados 64 cachos com 1000 flores contadas (flores visitadas por abelhas *Apis mellifera*). Após a visita, as panículas foram ensacadas com sacos de filó, para evitar o contato das flores com algum tipo de agente biótico.

T8 Polinização por *Trigona spinipes* – Idem ao tratamento 7, só que a espécie observada foi a *Trigona spinipes*. 67 cachos marcados com um total de 980 flores contadas e acompanhadas.

Os resultados dos dois tratamentos (T7 e T8) serão comparados com os da Polinização Livre (T1) e com os da Polinização Restrita com sacos de filó (T2).

4.9. Análises estatísticas

Para os dados de padrão de forrageamento, frequência e abundância das abelhas visitantes florais da cajazeira foi utilizado o procedimento GLM do programa estatístico SAS 9.1 para dados desbalanceados e para os dados dos requerimentos de polinização, procedimento FREQ com a opção CHISQ, para testar o qui-quadrado em todos os tratamentos, onde vingou fruto é igual a 1 e não vingou é igual a 0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Biologia floral e o florescimento do clone Lagoa Redonda

O florescimento do clone da cajazeira, Lagoa Redonda, teve início no fim do período seco, começo de novembro e sua duração foi até o início do período chuvoso, final de janeiro, compreendendo aproximadamente três meses de floração.

São flores pequenas que liberam um forte perfume adocicado principalmente no momento da antese.

Apresentam corola aberta, permitindo fácil acesso aos diferentes visitantes florais. Segundo Richards (1986), flores com esta característica atraem muitos visitantes não especializados, como observado nesta espécie.

As inflorescências estão dispostas em forma de panículas terminais (Figura 3) que possuem em média 23,8 cm ($\pm 10,0$ / $n=35$) de comprimento, onde cada panícula possui uma média de 11,2 cachos ($\pm 1,8$ / $n=27$).

Os três primeiros cachos (da base) são sempre compostos por flores masculinas e o restante por flores hermafroditas, apresentando uma proporção de 70% de flores hermafroditas e 30% de flores masculinas em cada panícula.

Essa disposição das flores nas panículas não variou, ao contrário do encontrado por RAMOS (2009), que estudando a biologia floral da cajazeira nativa da floresta amazônica, observou que a distribuição das flores na panícula variou, havendo panículas com flores apenas masculinas ou apenas hermafroditas e panículas com ambos os tipos florais distribuídos aleatoriamente.

Todas as árvores do clone Lagoa Redonda floresceram simultaneamente, essa sincronização atrai um maior número de visitantes florais. De acordo com PRIMACK (1980) e AUGSPURGER (1981), essa característica existente na cajazeira aumenta as taxas de visitas às flores e o transporte de pólen entre plantas, elevando os níveis de polinização.

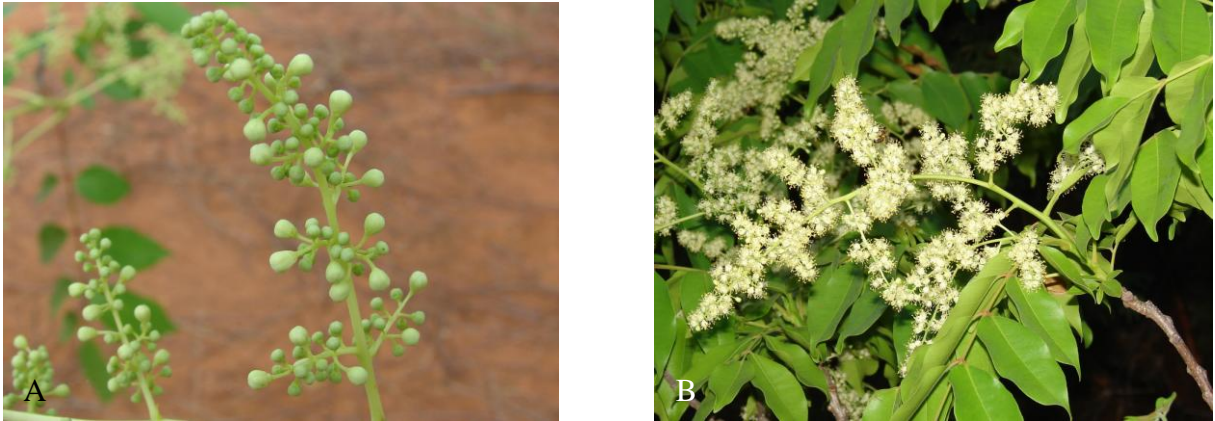


Figura 3. Panícula de cajazeira (*Spondias mombim* L.) com os botões florais fechados (A) e panícula com as flores completamente abertas (B), Limoeiro do Norte, CE, 2010.

As plantas produziram aproximadamente 9,3 panículas ($\pm 3,9$ / $n=28$) por ramo, com cada panícula possuindo em média, 900,7 flores ($\pm 512,1$ / $n=23$), podendo haver numa mesma panícula, cerca de 1500 flores. Resultados inferiores ao obtidos por RAMOS (2009) que observou em cajazeiras nativas da floresta amazônica, uma média de 5940 flores por panícula. Já NÁDIA, *et al.*, (2007), verificou em plantas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) uma média de flores por panícula bem menor, cerca de 155 flores.

Depois de formada, a panícula teve a duração de 7 a 10 dias, até ficar completamente desprovida de flores.

Tabela 1. Média e erro padrão de quatro variáveis avaliadas em panículas do clone de cajazeira Lagoa Redonda, cultivado em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Variáveis	N	X \pm E.P.
Nº de flores/panícula	23	900,7 \pm 512,1
Nº de inflorescências/panícula	27	11,2 \pm 1,8
Nº de panículas/ramo	28	9,3 \pm 3,9
Comprimento da panícula (cm)	35	23,8 \pm 10,0

A antese tem início entre 05:00h e 05:30h da manhã, onde primeiro as flores masculinas abrem, estando todas as flores completamente abertas em torno das 06:00h. A longevidade da flor masculina é de 1 dia e da flor hermafrodita é de 2 dias, mesmo ciclo encontrado em árvores nativas, no estado do Pará, em pesquisa realizada por RAMOS (2009). Havendo a fertilização, o vingamento inicial dos frutos do clone Lagoa Redonda se dá com aproximadamente 4 dias.

Estudos sobre a biologia floral do umbu (*Spondias tuberosa*), que é uma planta bastante semelhante à cajazeira, verificaram que a antese ocorre às 02:00h da manhã e que a flor masculina apresenta uma duração de 48h e a hermafrodita de 96h (CASTRO e BARRETO, 2008).

As flores da cajazeira mostraram-se pentâmeras e actinomorfas, são bem pequenas e possuem o cálice de cor verde, as cinco pétalas são brancas e os estames do mesmo tamanho, todos com filetes brancos e anteras amarelas, tem como recurso floral pólen e néctar, sendo o pólen o recurso mais abundante.

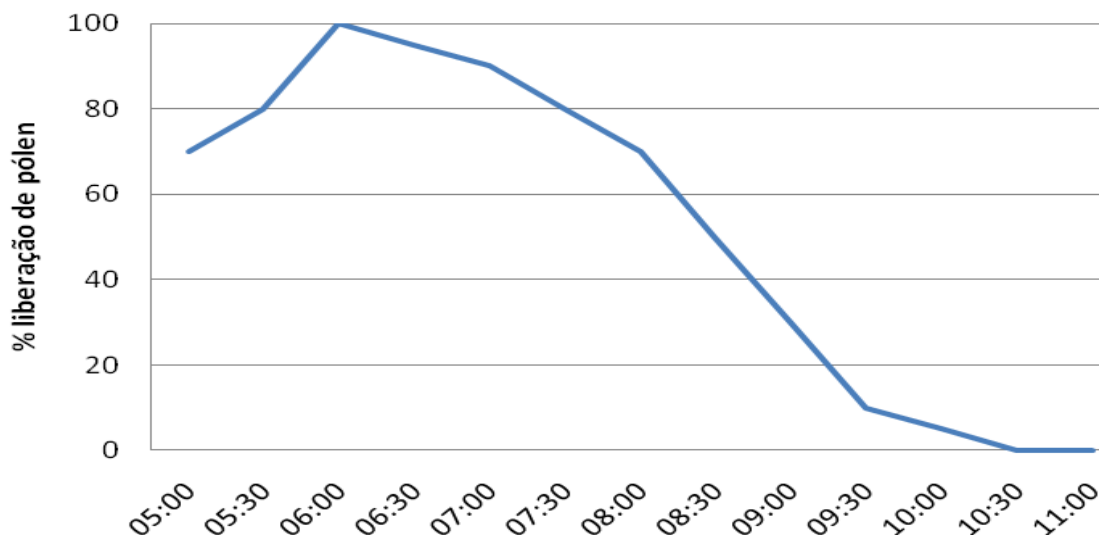


Figura 4. Padrão de liberação de pólen das flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

A deiscência das anteras é longitudinal e a liberação do pólen começa logo no início da antese (Figura 4), a partir das 05:00h, com o pico da liberação do pólen ocorrendo às 06:00h da manhã. Havendo, a partir desse momento, uma redução gradativa na quantidade de pólen presente nas anteras das flores, até aproximadamente às 10:00h da manhã, que é o horário em que as anteras já estão completamente desprovidas de grãos de pólen, coincidindo com o horário de início da senescência das flores.

O estigma mostrou-se receptivo durante boa parte da manhã, tanto pelo teste das polinizações manuais, como pela utilização do peróxido de hidrogênio. Houve a fertilização das flores nas polinizações manuais realizadas até as 09:30 horas da manhã, com o máximo da receptividade ocorrendo entre os horários de 06:30h e 07:30h (Tabela 2). Não houve vingamento inicial nas polinizações realizadas às 10:00 e às 10:30, mas isso se deve mais ao fato das anteras já estarem praticamente desprovidas de grãos de pólen do que o estigma não estar mais receptivo.

Tabela 2. Número de flores polinizadas, fertilizadas e percentagem de vingamento inicial de frutos, conforme o horário da polinização manual, Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Horário	Flores polinizadas	Flores fertilizadas	Vingamento (%)
05:30	83	4	4,8
06:00	95	6	6,3
06:30	112	9	8
07:00	110	8	7,2
07:30	80	6	7,5
08:00	130	7	5,3
08:30	112	3	2,6
09:00	97	2	2
09:30	40	1	2,5
10:00	46	0	0
10:30	20	0	0

Isso é possível afirmar, pois a flores que foram coletadas e mergulhadas em solução de peróxido de hidrogênio (3%) após as 10:30h da manhã, também mostraram uma grande quantidade de bolhas de oxigênio na superfície estigmática. Assim como as flores que foram coletadas no início da manhã (Figura 5).

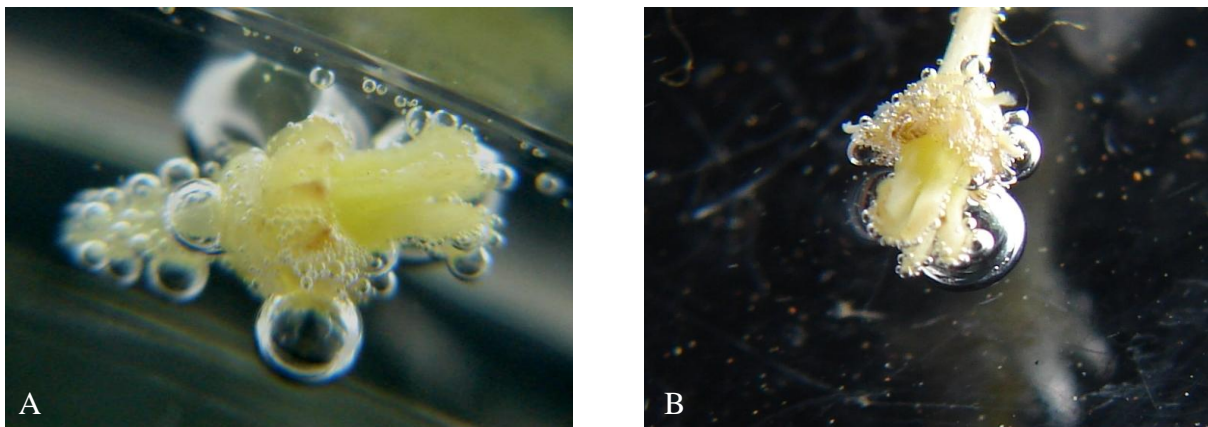


Figura 5. Detalhe dos estigmas das flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, mergulhadas em solução de peróxido de hidrogênio (3%), (A) flores coletadas às 05:30 da manhã e (B) flores coletadas às 10:30 da manhã, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

As flores masculinas possuem em média 10 estames, podendo ser encontradas flores com 9 ou 11 estames. As flores hermafroditas possuem 10 estames, que ficam abaixo do estigma, constituindo uma estratégia da flor para evitar a autopolinização. Essa variação na quantidade de estames das flores masculinas não foi encontrada em pesquisa realizada com árvores nativas de *S. mombin*, por RAMOS, (2009), que verificou, tanto em flores masculinas, como em flores hermafroditas a presença de 10 estames.

Na análise do pólen coletado das corbículas das abelhas não houve a participação de nenhum grão que não fosse de cajazeira. Isso quer dizer que durante a coleta do pólen as abelhas não procuram outra espécie vegetal, demonstrando a fidelidade destes a cajazeira e o grande poder de recrutamento desta espécie.



Figura 6. Sequência demonstrativa do desenvolvimento floral da cajazeira (*Spondias mombim* L.), desde o botão floral até o vingamento inicial do fruto, 2010.

5.2. Visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira

Foram observadas visitando as flores da cajazeira na Chapada do Apodi, CE, *Apis mellifera* (Linneu, 1758), *Plebeia* aff. *flavocincta* (Cockerell, 1912), *Eulaema* (*Apeulaema*) *nigrita* (Lepeletier, 1841) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793), pertencentes a família Apidae.

Da família Halictidae, destaca-se a espécie *Augochloropsis* sp. e da família Anthophoridae foram observadas as espécies *Xylocopa grisescens* (Lepeletier, 1841) e *Xylocopa cearensis* (Ducke, 1910). Já da família Vespidae, foi observado coletando recursos florais da cajazeira a espécie *Polistes* sp.

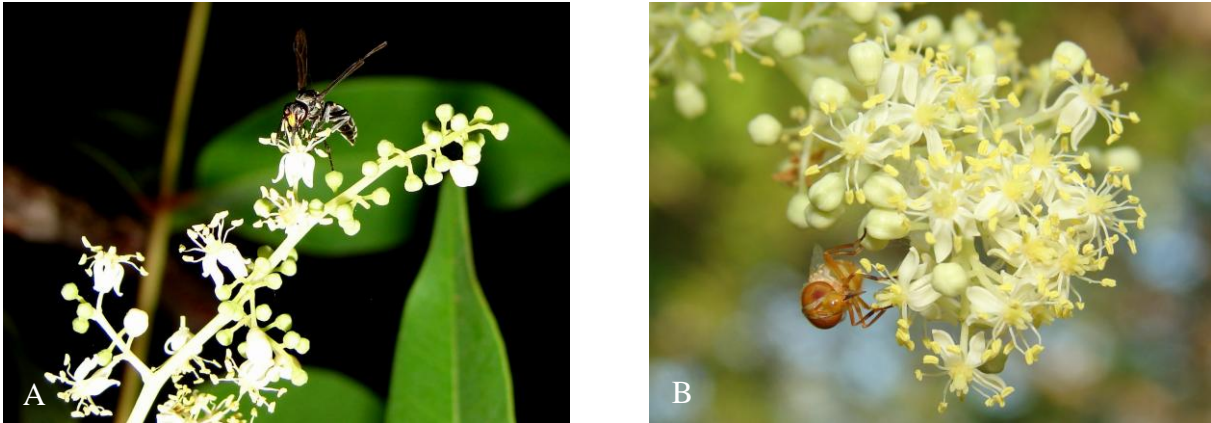


Figura 7. (A) Espécie de vespa, da família Vespidae, *Polistes* sp. e (B) uma espécie de díptero. Visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Tabela 3. Famílias, espécies e quantidade de indivíduos visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda, cultivado em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Família	Espécies	N° de indivíduos
Apidae	<i>Apis mellifera</i>	4902
	<i>Plebeia</i> aff. <i>flavocincta</i> (Cockerell, 1912)	38
	<i>Eulaema</i> (<i>Apeulaema</i>) <i>nigrita</i> (Lepelletier, 1841)	2
	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	2156
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	8
Anthophoridae	<i>Xylocopa grisescens</i> (Lepelletier, 1841)	77
	<i>Xylocopa cearensis</i> (Ducke, 1910)	4
Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	18

5.3. Padrão de forrageamento, abundância e frequência das abelhas visitantes florais da cajazeira

As observações mostraram que as abelhas são os principais visitantes florais e potenciais polinizadores da cajazeira e que as flores pequenas de coloração branca a creme e geralmente tubos curtos e simetria radial como a espécie *Spondias mombin* revelam uma síndrome de polinização por abelhas pequenas (FRANKIE et al., 1983).

O foco das abelhas nas flores é a coleta de pólen (Figura 8A), entretanto foram observadas algumas espécies de abelhas coletando, também, néctar nas flores (Figura 8B). O local de coleta de néctar pelas abelhas era ao redor do estigma, no caso de flores hermafroditas e ao redor do pistilódio, no caso da coleta ser realizada em flores masculinas.

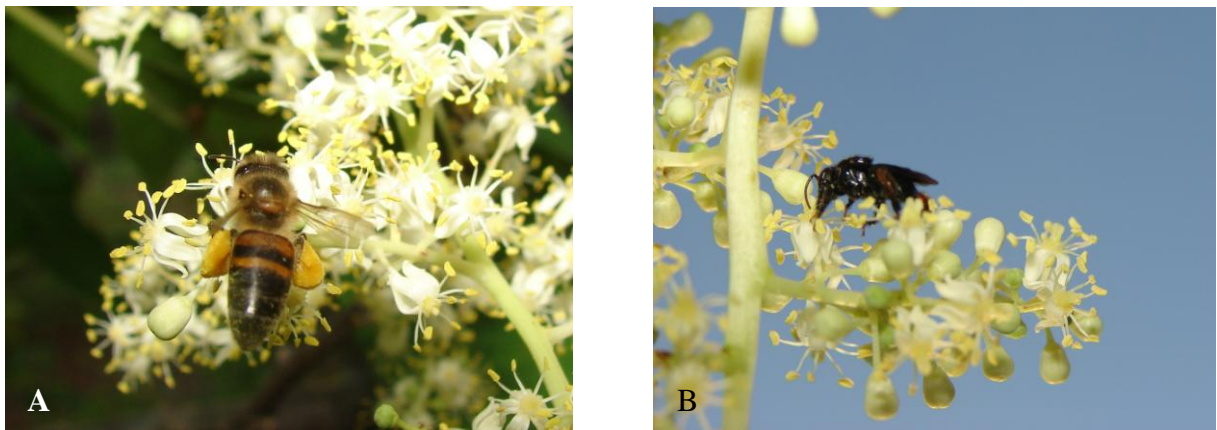


Figura 8. *Apis mellifera* coletando pólen (A) e *Trigona spinipes* sugando néctar (B), das flores de cajazeira (*Spondias mombim* L.), em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

As abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Xylocopa grisescens* iniciam a coleta, a partir das 05:00h, atingindo o pico entre 05:30h e 06:00h. Já as espécies *Plebeia flavocincta* e *Augochloropsis* sp. iniciam a coleta um pouco mais tarde, a partir das 06:00 e 07:00, respectivamente.

Após as 07:30h da manhã a quantidade de abelhas forrageando nas panículas cai vertiginosamente, chegando a zero, a partir das 08:30h (Figura 10). Isso se deve, principalmente, a uma enorme redução nas quantidades dos recursos florais (néctar e pólen).

Não foi observada nenhuma espécie de abelha visitando as flores do clone Lagoa Redonda no período da tarde.

As espécies de abelhas com maior abundância visitando as flores da cajazeira foram a *Apis mellifera*, seguida de *Trigona spinipes* (Figura 9), eram as primeiras espécies a começarem as atividades de forrageamento, foram encontradas em grandes quantidades e com bastante frequência em todo o período de florescimento das plantas e tinham como principal objetivo nas flores, a coleta de pólen.

As outras espécies de abelhas visitantes florais encontradas em maior abundância nas flores durante o período de florescimento foram *Xylocopa grisescens*, *Plebeia* aff. *flavocincta* e *Augochloropsis* sp.

Durante os 25 dias de observações contou-se um total de 4.902 abelhas da espécie *Apis mellifera*, 2.156 *Trigona spinipes*, 77 *Xylocopa grisescens*, 38 *Plebeia* aff. *Flavocincta*, 8 abelhas *Augochloropsis* sp., 2 *Eulaema nigrita*, e 3 *Xylocopa cearensis*.

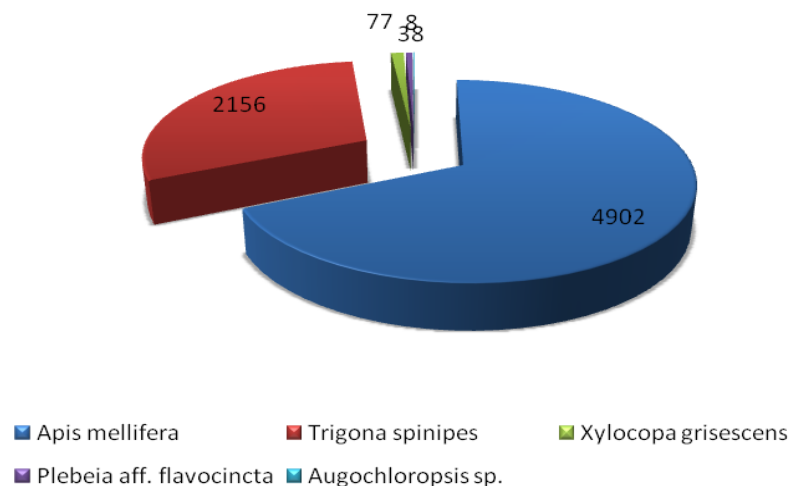


Figura 9. Abundância relativa das abelhas visitantes da cajazeira (*Spondias mombim* L.), durante todo o período de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

De todas as espécies de abelhas observadas coletando recursos florais, a espécie *Apis mellifera* teve a maior percentagem, 68% de todas as abelhas visitantes florais da cajazeira, seguida da *Trigona spinipes* com 30% e da *Xylocopa grisescens* e *Plebeia* aff. *Flavocincta* com 0,8% cada.

O restante das espécies, ou seja, *Augochloropsis sp.*, *Eulaema nigrita*, e *Xylocopa cearensis* representaram juntas apenas 0,2% do número total de abelhas visitantes florais da cajazeira.

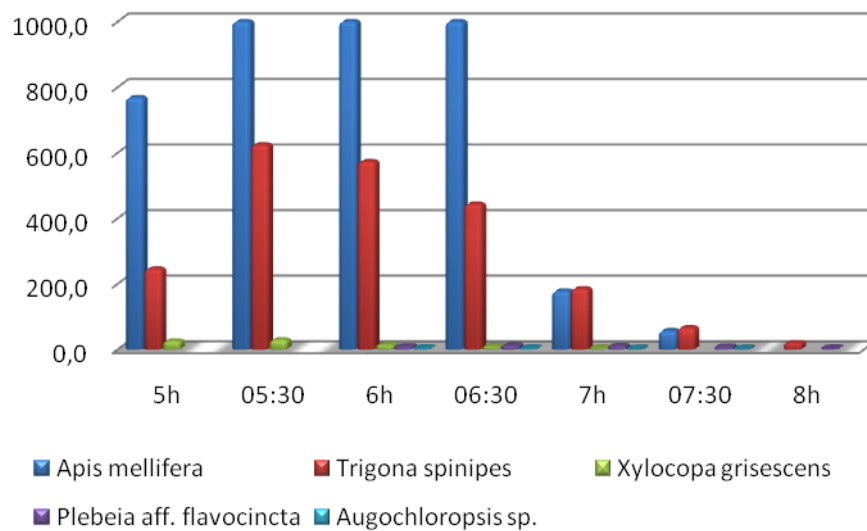


Figura 10. Frequência das abelhas visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda, cultivado na Chapada do Apodi, CE, 2010.

A *Apis mellifera* foi observada nas copas das árvores visitando as flores durante todo o período de florescimento. O horário de visitação dessa espécie compreende o período entre 05:00h e 07:30h da manhã, tendo seu pico entre 05:30 e 06:30h.

A quantidade de abelhas *Apis mellifera* variou muito com o período de florescimento. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) na quantidade de abelhas coletando recursos florais quando 25% das árvores estavam em florescimento, quando comparado com o número de abelhas, quando 100, 75 e 50% estavam florescendo (Figura 13).

Abelhas *Apis mellifera* gastaram em média 1,9 segundos em cada flor ($\pm 0,7 / n=36$) e 54,6 segundos ($\pm 18,2 / n=28$) é o tempo médio gasto por essas abelhas em cada panícula.



Figura 11. Abelhas *Apis mellifera* coletando pólen das flores de cajazeira (*Spondias mombim* L.). Detalhe das corbículas completamente cheias. Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Tabela 4. Média de todas as espécies de abelhas visitantes florais da cajazeira, em cultivo, de acordo com o horário, durante todo o período de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Horário	X \pm E.P
05:00	8,8 \pm 2,1 ab
05:30	16,0 \pm 2,1 a
06:00	16,1 \pm 2,1 a
06:30	15,2 \pm 2,1 a
07:00	3,2 \pm 2,1 b
07:30	1,1 \pm 2,1 b
08:00	0,1 \pm 2,1 b

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p>0,05$).

Durante a coleta de pólen (forrageamento) as abelhas *Apis mellifera* visitam várias flores por minuto, um total de 18,3 por minuto ($\pm 3,2 / n=32$). Elas andam por cima de várias flores durante a coleta, tocando em suas estruturas reprodutivas com a região ventral, realizando dessa forma a polinização.

Durante a coleta, as abelhas campeiras ficam passando o pólen para as pernas traseiras (corbículas), até as mesmas ficarem completamente cheias (Figura 11), em média, abelhas

Apis mellifera chegam a visitar (coletar material), de 2,3 panículas por minuto ($\pm 0,8$ / $n=28$), onde elas conseguem uma quantidade suficiente de pólen encher as corbículas.

Devido a sua abundância (Figura 12), frequência, comportamento e horário de forrageamento, número de flores visitadas por minuto e tipo de abordagem, as abelhas *Apis mellifera*, devem ser consideradas como o maior potencial polinizador da cajazeira, na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, Ceará.



Figura 12. Grande quantidade de abelhas *Apis mellifera*, coletando pólen da cajazeira (*Spondias mombim* L.), em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

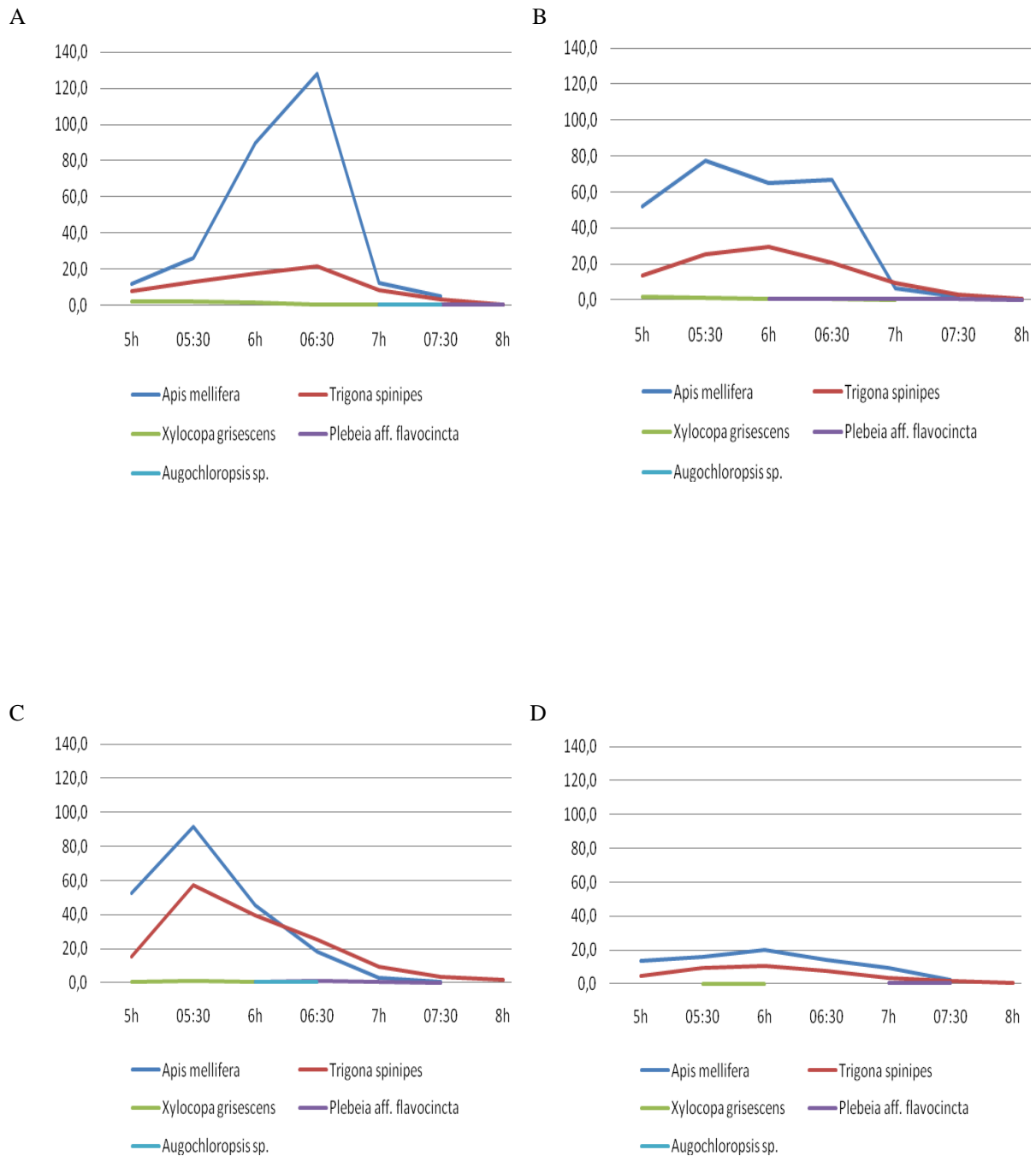


Figura 13. Frequência das abelhas nas flores de cajazeira (*Spondias mombim* L.), em quatro percentagens de florescimento: A) quando 100% das árvores estavam em florescimento; B) com 75%; C) com 50% e D) com 25% das árvores em florescimento. Limoeiro do Norte, CE, 2010.

A espécie de abelha *Trigona spinipes* também esteve presente em todo o período de florescimento das árvores em estudo, foi a segunda espécie mais abundante encontrada coletando os recursos florais, permanecendo mais tempo no campo, de 05:00h às 08:00h da manhã, com o pico de visitação as 05:30h.

O seu número pouco variou, de acordo com o período, com poucas ou com muitas flores abertas, a quantidade de abelhas dessa espécie só foi significativamente diferente ($p < 0,05$) quando 50% das árvores estavam florescendo. Quando comparada com a espécie *Apis mellifera*, a quantidade de *T. spinipes* forrageando no campo não diferiu significativamente ($p > 0,05$) quando 25% e 50% das árvores estavam florescendo.

A morfologia floral do gênero *Spondias* favorece as abelhas sem ferrão de tamanho reduzido e comportamento compatível. Em pesquisa realizada no território indígena Pankararé, no estado da Bahia, BARRETO (2006), estudando *Spondias tuberosa*, encontrou uma grande quantidade de abelhas *Trigona spinipes* coletando, principalmente pólen, nas flores.

Essa espécie, gasta cerca de 4,4 segundos em cada flor ($\pm 0,8$ / $n=33$), o material coletado por essa espécie é pólen e néctar, mas o foco principal é pólen.

Ela passa em média 68,3 segundos na panícula ($\pm 18,3$ / $n=30$), abordando a flor de frente, visita menos flores que a *Apis mellifera*, em média visita 8,1 flores por minuto ($\pm 1,5$ / $n=30$) e 1,5 panículas por minuto ($\pm 0,6$ / $n=26$) e demora mais tempo para realizar a coleta.

Entretanto, devido ao seu comportamento e horário de visita, também deve ser considerada como potencial polinizador de *S. mombin*, realizando a polinização através do depósito de grãos de pólen nos estigmas das flores, pela região ventral.



Figura 14. *Trigona spinipes* visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Xylocopa grisescens é uma espécie de abelha solitária, de grande porte que utiliza a cajazeira como fonte de pólen, essa abelha visita as panículas das árvores em estudo de 05:00h às 7:00h da manhã, com seu pico de visitação as 05:30h demorando cerca de 6,3 segundos por panícula ($\pm 2,0$ / $n=10$).

Essa espécie visita várias panículas por minuto, cerca de 4,0 ($\pm 0,8$ / $n=16$), vai de um lado para o outro de forma frenética, coletando o recurso de 12,3 flores por minuto ($\pm 2,1$ / $n=10$), gastando cerca de 1,6 segundos ($\pm 0,5$ / $n=11$) em cada flor.

Pousa nas panículas de forma bastante violenta, coleta o máximo de grãos de pólen possíveis e já vai a procura de outra panícula que esteja com um grande número de flores abertas, não demora muito numa mesma inflorescência e visita várias panículas durante o forrageamento.



Figura 15. *Xylocopa grisescens* visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Esse comportamento da *Xylocopa grisescens* faz com que essa espécie seja um potencial polinizador de *Spondias mombin*, realizando a polinização através dos grãos de pólen que ficam aderidos aos pêlos da região ventral e contribuindo para a polinização cruzada, uma vez que ela visita várias panículas diferentes durante a coleta.

Porém devido a sua menor abundância e frequência a sua participação na polinização da espécie vegetal em estudo é de menor importância, quando comparada com as espécies *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. Entretanto pode ser considerada como o potencial polinizador da espécie.

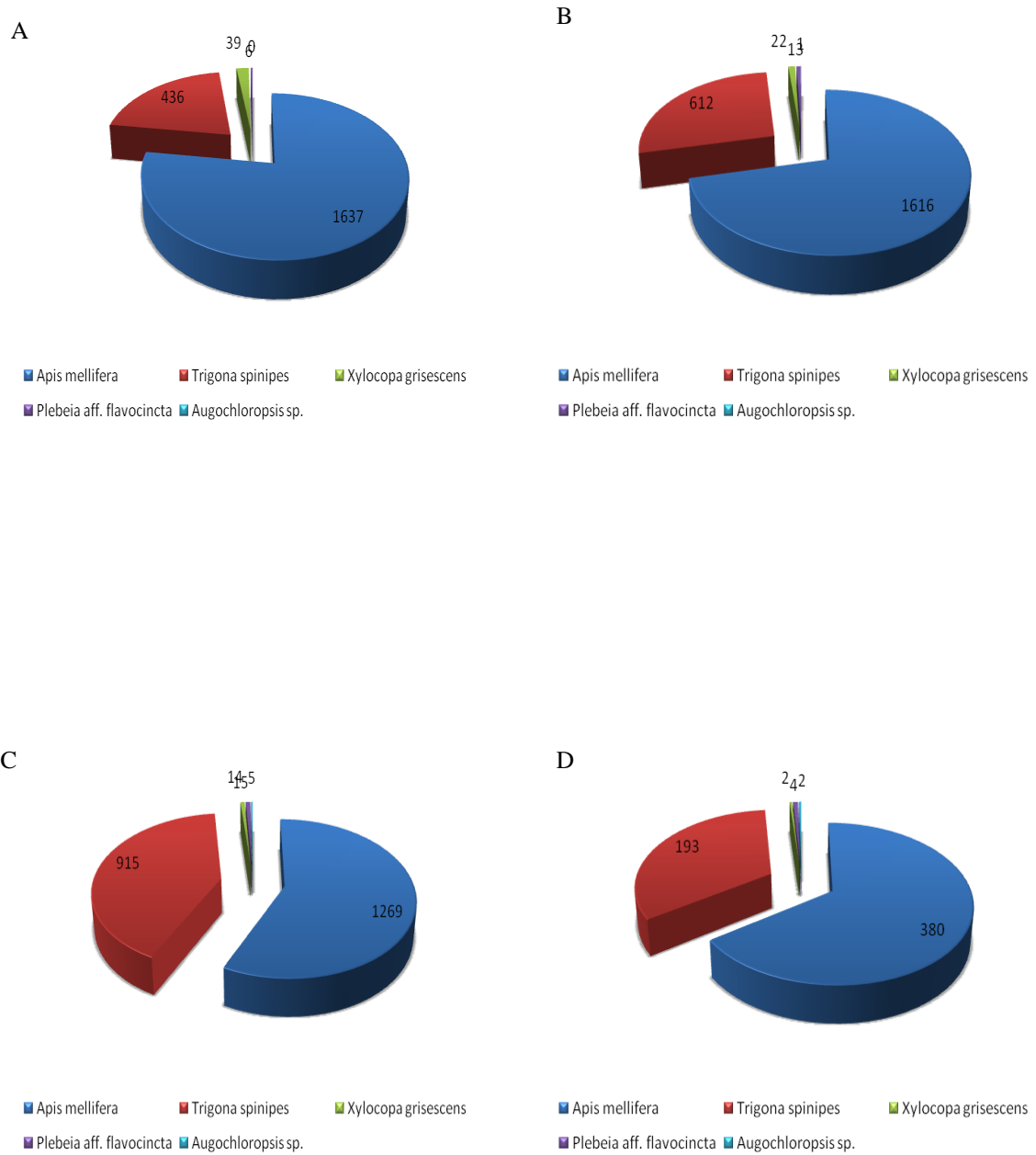


Figura 16. Abundância relativa das abelhas visitantes florais da cajazeira (*Spondias mombim* L.), em quatro percentagens de florescimento: A) quando 100% das árvores estavam em florescimento; B) com 75%; C) com 50% e D) com 25% das árvores em florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

A *Plebeia* aff. *flavocincta*, é uma espécie de abelha de tamanho bastante reduzido, que usa as flores da cajazeira como fonte de néctar e pólen e esteve presente na área da referida pesquisa em pequena quantidade.

A sua presença, coletando os recursos florais da espécie vegetal estudada, começa a partir das 06:00h da manhã, ficando no pomar até as 08:00h, sendo uma espécie que começa as atividades de forrageamento mais tardiamente, quando comparada com outras. Permanecendo ainda no campo depois de praticamente todas as outras espécies terem se retirado, entretanto sua presença não foi observada quando 100% das árvores estavam florescendo.

Essa espécie passa um bom tempo sobre uma mesma flor, cerca de 9,9 segundos ($\pm 1,0$ / $n=12$), fica coletando pólen, enchendo as corbículas rapidamente e consumindo néctar. Abelhas dessa espécie ficam paradas em cima das anteras, coletando pólen de aproximadamente 2,9 flores por minuto ($\pm 0,6$ / $n=6$) e visitando, em média, 1,1 panículas por minuto ($\pm 0,3$ / $n=9$).

Durante a coleta ela retira os grãos de pólen das anteras, voa um pouco, para organizar melhor esses grãos nas suas pernas traseiras (corbículas) e retorna para mesma panícula, contribuindo pouco para a polinização cruzada, demorando cerca de 72,5 segundos na mesma panícula ($\pm 12,2$ / $n=12$).

Apesar do seu horário de visitação ser enquanto o estigma da flor ainda está receptivo, o seu tamanho reduzido e seu comportamento de forrageamento não favorecem a polinização.

Durante a coleta de pólen ela retira os grãos das anteras com as pernas dianteiras não realizando a transferências dos grãos de pólen das anteras para o estigma das flores hermafroditas, sendo considerada apenas como um visitante floral e não como um potencial polinizador da cajazeira (*Spondias mombin* L.).



Figura 17. *Plebeia* aff. *Flavocincta* visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

A *Augochloropsis* sp., é uma espécie de cor verde metálica, encontrada somente coletando os recursos florais da cajazeira, no final da floração (durante o decorrer do mês de Janeiro), quando 25% das árvores estavam florescendo. Sua visitação tem início a partir da 07:00h da manhã se estendendo até por volta das 08:00h.

Tem pólen e néctar como recursos florais coletados, o tempo gasto na flor por essa espécie é, em média, de 15 segundos ($\pm 0,8$ / $n=5$) e o tempo gasto na panícula é de 101,6 segundos ($\pm 15,7$ / $n=6$).

Demora muito tempo coletando néctar e pólen de uma mesma flor, visita cerca de 2 flores ($\pm 0,6$ / $n=6$) e 1 panícula ($\pm 0,0$ / $n=4$) por minuto. Durante a coleta de pólen, que é bastante demorada, os grãos de pólen ficam aderidos aos pêlos da região ventral nela existente e ao visitar outras flores realiza, dessa forma, a polinização.

Entretanto, devido a sua baixa ocorrência na área e sua pequena abundância visitando as flores, essa espécie não pode ser considerada como um potencial polinizador cajazeira.



Figura 18. *Augochloropsis* sp. Visitando as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

O número médio de abelhas *Apis mellifera* diferiu significativamente ($p < 0,05$) de todas as outras (Tabela 5), seguida da espécie *Trigona spinipes*, que também se apresentou como uma espécie de grande abundância na área da pesquisa.

Quando 100% e 75% das árvores estavam florescendo o número de abelhas *Apis mellifera* foi superior a todas as outras (Tabela 8), diferindo significativamente. Com 50% e 25% apenas a espécie *Trigona spinipes* se igualou em quantidade a *Apis mellifera*.

Das espécies de abelhas visitantes florais da cajazeira (*Spondias mombin* L.), a *Xylocopa grisescens*, *Plebeia* aff. *Flavocincta* e a *Augochloropsis* sp., não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$), na quantidade de abelhas forrageando nos quatro períodos de florescimento da cultura em estudo (Tabela 8).

Também não houve diferença significativa ($p > 0,05$), no número médio dessas abelhas quando 100, 75, 50 ou 25% das árvores estavam em florescimento (Tabela 6).

Tabela 5. Espécies de abelhas visitantes florais do clone de cajazeira, Lagoa Redonda, sob cultivo, durante o período de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Espécies	n	X
<i>Apis mellifera</i>	23	213,13 a
<i>Trigona spinipes</i>	23	93,74 b
<i>Xylocopa grisescens</i>	23	3,35 c
<i>Plebeia</i> aff. <i>flavocincta</i>	23	1,65 c
<i>Augochloropsis</i> sp.	23	0,35 c

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Tabela 6. Quantidade de abelhas visitantes florais da cajazeira (*Spondias mombim* L.) de acordo com o percentual de florescimento (100, 75, 50, 25%), em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Percentual Florescimento	n	X
100%	30	70,60 a
75%	30	75,47 a
50%	30	73,93 a
25%	25	23,24 a

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Tabela 7. Padrão de forrageamento de cinco espécies de abelhas visitantes florais do clone de cajazeira Lagoa Redonda em cultivo, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Variáveis	Espécies									
	<i>Apis mellifera</i>		<i>Trigona spinipes</i>		<i>Xylocopa grisescens</i>		<i>Plebeia flavocincta</i>		<i>Augochloropsis sp.</i>	
	n	X ± E.P.	n	X ± E.P.	n	X ± E.P.	n	X ± E.P.	n	X ± E.P.
Tempo gasto na flor (seg.)	36	1,9 ± 0,7 d	33	4,4 ± 0,8 c	11	1,6 ± 0,5 d	12	9,9 ± 1,0 b	5	15,0 ± 0,8 a
Tempo gasto na panícula (seg.)	28	54,6 ± 18,2 b	30	68,6 ± 18,3 b	10	6,3 ± 2,0 c	12	72,5 ± 12,2 b	6	101,6 ± 15,7 a
Flores/minuto	32	18,3 ± 3,2 a	30	8,1 ± 1,5 c	10	12,3 ± 2,1 b	12	2,9 ± 0,6 d	6	2,0 ± 0,6 d
Panículas/minuto	28	2,3 ± 0,8 b	26	1,5 ± 0,6 cb	16	4,0 ± 0,8 a	9	1,1 ± 0,3 cb	4	1,0 ± 0,0 c

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

Tabela 8. Abelhas visitantes florais da cajazeira (*Spondias mombim* L.) sob cultivo, de acordo com o percentual de florescimento, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Percentual de Florescimento	Espécies				
	<i>Apis mellifera</i>	<i>Trigona spinipes</i>	<i>Xylocopa grisescens</i>	<i>Plebeia flavocincta</i>	<i>Augochloropsis sp.</i>
	X ± E.P.	X ± E.P.	X ± E.P.	X ± E.P.	X ± E.P.
100%	38,9 ± 3,5 a	10,3 ± 3,5 b	0,9 ± 3,5 c	0,1 ± 3,5 d	0,0 ± 3,5 d
75%	38,4 ± 3,5 a	14, 5 ± 3,5 b	0,5 ± 3,5 c	0,3 ± 3,5 d	0,0 ± 3,5 d
50%	30,2 ± 3,5 ab	21,7 ± 3,5 b	0,3 ± 3,5 c	0,3 ± 3,5 c	0,1 ± 3,5 c
25%	10, 8 ± 3,8 a	5,5 ± 3,8 b	0,0 ± 3,8 c	0,1 ± 3,8 c	0,0 ± 3,5 c

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

5.4. Requerimentos de polinização

Os resultados dos requerimentos de polinização, realizados no clone de cajazeira Lagoa Redonda, sob cultivo na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, no estado do Ceará, mostraram que todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si ($P < 0,05$).

Na polinização livre (T1), que é a polinização natural que está acontecendo na área, o percentual de vingamento inicial foi de 3,1%. Um percentual muito baixo, entretanto esse baixo percentual no vingamento inicial no (T1) mostra uma característica das espécies tropicais, que é de produzir muitas flores e poucos frutos.

As flores isoladas com sacos de papel (T2), não vingaram nenhum fruto, indicando que a cajazeira não possui a capacidade de se autopolinizar, ou seja, necessitam de fatores externos, abióticos e/ou bióticos, para produzirem frutos. Essa mesma auto-incompatibilidade foi verificada por LEITE (2006), em *Spondias tuberosa*.

O mesmo não aconteceu em nenhum dos outros tratamentos, onde um vingamento inicial (fertilização das flores) foi sempre observado.

As flores isoladas com sacos de filó (T3) tiveram um percentual de vingamento de 1,1%, indicando uma contribuição do vento na polinização, LOZANO (1986), também caracterizou a cajazeira como uma espécie anemófila, onde a grande produção de pólen e a posição das anteras e do estigma favorecem a anemofilia.

O percentual de vingamento inicial do tratamento (T3) foi inferior ao da Polinização livre (T1), mas mesmo assim, o vento é responsável por um terço da polinização natural da espécie vegetal em estudo.

O tratamento da autopolinização manual (T4) teve um vingamento de inicial de 1,5%, indicando que as flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda aceitam o próprio pólen, porém é necessário algum agente, seja ele o vento e/ou as abelhas, que sirva como vetor para que haja a polinização e a conseqüente fertilização dos óvulos, proporcionando assim o vingamento inicial dos frutos.

A análise da razão pólen/óvulo realizada por RAMOS (2009) revelou que a cajazeira é uma espécie que se enquadra no tipo de sistema reprodutivo xenogâmico, necessitando da polinização cruzada para produzir frutos.

A polinização cruzada manual, com o pólen oriundo de flores masculinas (T5) e com o pólen oriundo de flores hermafroditas (T6) mostrou um percentual de vingamento de 4,9% e 3,8%, respectivamente. Essa diferença não ocorre em *Spondias tuberosa*, onde NÁDIA, *et al.*, (2007) no tratamento de polinização cruzada, não observou diferença significativa no número de frutos formados em cruzamentos com pólen de flores hermafroditas e flores masculinas.

Contudo, o percentual tanto no (T5) como no (T6) foi superior ao da polinização livre (T1), confirmando assim, a necessidade da polinização cruzada para haver um incremento no vingamento de frutos, sendo este, em maior grau quando o pólen é oriundo de flores masculinas.



Figura 19. Tratamentos dos Requerimentos de polinização: A) flores isoladas com sacos de papel (T1) e de filó (T2) e B) autopolinização manual com a utilização do pincel nas flores do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Tabela 9. Vingamento inicial de frutos do clone de cajazeira Lagoa Redonda em flores submetidas a tratamentos de polinização controlada, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Tratamentos	Nº de flores	Nº de frutos vingados	Vingamento (%)
T1- Polinização Livre	1537	48	3,1 c
T2- Polinização Restrita com Sacos de Papel	1644	0	0 f
T3- Polinização Restrita com Sacos de Filó	2259	26	1,1 e
T4- Autopolinização Manual	724	11	1,5 d
T5- Cruzada Manual - Pólen Flor Masculina	925	46	4,9 a
T6- Cruzada Manual - Pólen Flor Hermafrodita	831	32	3,8 b

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

5.5. Eficiência de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* na polinização da cajazeira

A cajazeira pode ser considerada como uma espécie entomófila, onde participação das abelhas na polinização dessa espécie proporcionou um incremento no percentual de vingamento inicial, principalmente quando se trata da espécie *Apis mellifera*. Uma visita por *Apis mellifera* (T7) vingou significativamente mais frutos que todos os demais tratamentos (Tabela 10).

Em flores submetidas à polinização por *Trigona spinipes* (T8) o percentual de vingamento foi de 1,6%, inferior ao (T1), demonstrando que essa abelha não é um bom polinizador da cajazeira. E em flores ensacadas (T4) houve o menor percentual demonstrando que, apesar de contribuir, a ação do vento não é suficiente para polinizar satisfatoriamente essa espécie vegetal. Já em flores submetidas à polinização por *Apis mellifera* (T7), o mesmo percentual foi de 8,1% (Tabela 10), bem superior a todos os outros tratamentos.

Isso mostra a eficiência de polinização dessa espécie e o incremento na fertilização das flores que essa abelha pode causar. As abelhas são tidas como aquelas que melhor desempenham o papel de agentes polinizadores. Elas normalmente apresentam numerosos pelos plumosos, melhor adaptados para a captação de pólen, (PEDRO; CAMARGO, 1999; BEATTIE, 1985). Entretanto, os polinizadores podem promover alta taxa de geitonogamia, contribuindo para a baixa produção de frutos que acontece sob condições naturais.

Há a necessidade, posteriormente, de se estudar um plano de manejo adequando utilizando colméias de *Apis mellifera* em áreas de cultivo de *Spondias mombin*, a fim de proporcionar um maior retorno financeiro para o produtor de cajá.

Tabela 10. Vingamento inicial de frutos do clone de cajazeira Lagoa Redonda, em flores submetidas à Polinização livre, Polinização por *Apis mellifera* e polinização por *Trigona spinipes*, em Limoeiro do Norte, CE, 2010.

Tratamentos	Nº de Flores	Frutos vingados	Vingamento (%)
T1- Polinização Livre	1537	48	3,1 b
T3- Polinização Restrita com Sacos de Filó	2259	26	1,1 d
T7- Polinização por <i>Apis mellifera</i>	1000	81	8,1 a
T8- Polinização por <i>Trigona spinipes</i>	980	16	1,6 c

Médias seguidas por letras iguais, não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

6. CONCLUSÕES

A cajazeira é uma espécie andromonóica e alógama, grande produtora de pólen e com síndrome de polinização por melitofilia.

A cajazeira não possui a capacidade de se autopolinizar, sendo necessários fatores bióticos, como as abelhas, ou abióticos, no caso o vento, para promover a autopolinização ou a polinização cruzada.

Os principais visitantes florais da cajazeira são as abelhas *Apis mellifera*, *Trigona spinipes*, *Plebeia aff. Flavocincta*, *Xylocopa grisescens*, *Xylocopa cearensis*, *Augochloropsis* sp. e a *Polistes* sp.

As espécies *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e a *Xylocopa grisescens* são os potenciais polinizadores da cajazeira na Chapada do Apodi, em Limoeiro do Norte, CE.

As abelhas *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* são as mais abundantes e coletam os recursos florais com mais frequência que os outros.

A espécie *Apis mellifera* é o principal polinizador da cajazeira e o mais eficiente, aumentando o vingamento inicial de frutos na Chapada do Apodi, CE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGSPURGER, C.K. Reproductive synchrony of a tropical plant: experimental effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology** v.62, p.775-788. 1981.
- BARRETO, L. S.; LEAL, S. M.; ANJOS, J. C.; CASTRO, M. S. Tipos polínicos dos visitantes florais do umbuzeiro (*spondias tuberosa*, *anacardiaceae*), no território indígena Pankararé, raso da Catarina, Bahia, Brasil. *Candobá, Resvista Virtual*, 2006.
- BAWA, K.S.; OPLER, P.A. Dioecism in tropical forest trees. **Evolution**, v.239, p.167-179, 1975.
- BEATTIE, A. I. Evolutionary ecology of ant-plant mutualisms. Cambridge: University Press, 1985. 122 p.
- CARNEIRO, L.T.S. **Biologia floral de cajazeira (*Spondias mombin* L., *Anacardiaceae*)**. PIBIC/CNPq/UFPB. 59º Congresso Nacional de Botânica e 31º Reunião Nordestina de Botânica, 2008, Natal.
- CASTRO, M. S. A comunidade de abelhas (Hymenoptera. Apoidea) de área de caatinga arbórea entre os inselbergs de Milagres (12º 53'S; 39º 51'W), Bahia. 2001. 191 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- CASTRO, M. S., BARRETO, L. S. Polinização e conservação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e seus polinizadores. *Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins*. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA/UFRPE, 2008. 40-44.
- CAVALCANTI, N.B., RESENDE, G.M. & BRITO, L. T. L. 2000. Processamento do fruto do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). *Ciência e Agrotecnologia* 24:252-259.

- CORBET, S. A; WILLIAMS, I.H.; OSBORNE, J.L. 1991 Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. *Bee World* 72(2): 47-59.
- CORRÊA, M. P.. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas (v. 1). Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926.
- COUTO, R. H. N. e COUTO, L. A. Apicultura: manejo e produtos. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 191 p.
- CROAT, T.B. **Flora of Barro Colorado Island**. Stanford, California: Stanford University Press, 1978. 943pp.
- CROAT, T.B. A case for selection for deayed fruit maturation in *Spondias* (*Anacardiaceae*). **Biotropica**, Washington, v.6, n.2. p.135-137, 1974.
- CRUZ, M.L.M. Visitantes florais de cajazeira (*spondias mombin* L., *anacardiaceae*). PIBIC/CNPq/UFPB. 59º Congresso Nacional de Botânica e 31º Reunião Nordestina de Botânica, 2008, Natal
- DAFNI, A, *Pollination Ecology: a practical approach*. Oxford: Oxford University Prees, 1992.
- DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Cienc. Tecnol. Alimen.**, Campinas, 23(3): 342-350, set.-dez. 2003.
- DUQUE, J. G. O umbuzeiro. In: **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1980, p. 316-238.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EPSTEIN, L. 1998. A riqueza do umbuzeiro. *Bahia Agrícola* 2:31-34.

SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SILVA L. A.; CRUZ, D. O.; BOMFIM, I. G. A. Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.3, p. 386-390, 2005. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

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

FAO. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture - the international response. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. p. 19-2. 2004.

FAO. Protocol to detect and assess pollination deficit in crops. Technical Training Session. In : FREITAS, B. M. ; VAISSIERE, B. Belém, Brazil. 2009

FEITOSA, S. dos S.; FABRICANTE J.R. **Fruteira Potencial: CAJAZEIRA** (*Spondias mombin* L.), **mercado inexplorado**- Areia, Paraíba, Brasil. 2008.

FRANCA M. J. P. & SOUZA F. X; Avaliação da antese em cajazeira (*Spondias mombim* L.). 50º congresso nacional de botânica, Blumenau, SC. 384 p. SBB.

FRANKIE, G. W.; HABER, W. A.; OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Characteristics and organization of large bee pollination systems in the Costa Rican dry forest. In: JONES, C. E.; 1986.

FREE, J.B. 1993 *Insect pollination of crops*. 2º ed. Academic Press, Londres - Reino Unido. 684 pp.

FREE, J.B. *Insect Pollination of Crops*. Academic Press. Londres, Inglaterra. 1993.

- FREITAS, B.M. 1996 A polinização do cajueiro. In: SOUZA, D.C.; PEREIRA, F. de M.; ALCOFORADO FILHO, F.G.; BATISTA, M. das G. de S. (Orgs.) *Anais do XI Cong. Brasil. de Apicultura*. Pp. 143-156.
- FREITAS, B.M. *The Pollination Efficiency of Foraging Bees on Apple (Malus domestica Borkh) and Cashew (Anacardium occidentale L.)*. Tese de PhD, University of Wales, Grã-Bretanha. 1995.
- FREITAS, B. M. Uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. *Mensagem Doce*, Maio 1998. nº 46,
- FREITAS, B.M. 1994 Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. *Bee World* 75(4): 168-177.
- FREITAS, B. M. Changes with time in the germinability of cashew (*Anacardium occidentale*) pollen grains found on different body areas of its pollinator bees. *Revista Brasileira de Biologia*. Rio de Janeiro, v.57, n.2, p.289 - 294, 1997.
- FREITAS, B. M., PAXTON, R. J. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale* L.) pollination in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge, v.126, p.319 - 326, 1996.
- GARCÍA, E. A. Estructura floral y anatomía del aborto de ovulos y semillas en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1997.
- HARDER, L.D. & THOMSON, J.D. 1989 Evolutionary options for maximizing pollen dispersal of animal-pollinated plants *Amer. Naturalist* 133: 323-344.
- KEVAN, P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2002. **Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature**. Brasília, DF: Ministry of Environment, 313p
- KEVAN, P. G. & VIANA, B. F. The global decline of pollination services. *Biodiversity*, v.4, n.4, p.1-8, 2003.

- KEVAN, P. G. & PHILLIPS, T. P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology* v.5, n.1, p.8, 2001. Disponível em <<http://www.consecol.org/vol5/iss1/art8/>>.
- KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R.; ARAUJO, A. C.; MAYOGRA, R. D. Estudo de mercado de polpa de frutas produzidas na região sudeste da Bahia. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza-CE, v. 34, n. 2, p. 308-327, 2003.
- KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; DEWENTER, I. S.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMER, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B**, Mosman, v. 274, p. 303-313, 2006.
- LEDERMAN, I.E., BEZERRA, J.E.F., ASCHOFF, M.N.A., SOUSA, I.A.M. & MOURA, R.J.M. 1992. Oferta e procedência de frutas tropicais nativas e exóticas na CEASA – Pernambuco. *Revista Brasileira de Fruticultura* 14:203-209.
- LEITE, A.V.L. 2006. Sistema reprodutivo em plantas da caatinga: evidências de um padrão. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- LITTLE, R. J. (Ed.). *Handbook of experimental pollination biology*. New York: Van Nostrand & Reinhold, 1983. p. 411-447.
- LORENZI, H. 1998. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. v.1. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- LOZANO, N.B. Contribucion al estudio de la anatomia floral y de la polinizacion del jobo (*Spondias mombin* L.). **Caldasia**, Bogotá, v.15, n.71-75, p.369-380, 1986b.
- MALERBO-SOUZA D. T.; NOGUEIRA-COUTO R. H.; COUTO L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio) *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 2003a, 40: 237-242.

- MALERBO-SOUZA D. T.; NOGUEIRA-COUTO R. H.; COUTO L. A.; SOUZA J. C. Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 2003b, 40: 272-278.
- MARINHO, I.V., FREITAS, M.F., ZANELLA, F.C.V. & CALDAS, A.L. 2002. Espécies vegetais da caatinga utilizadas pelas abelhas indígenas sem ferrão como fonte de recursos e local de nidificação. *In* Anais I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária (A. Ciacchi, A.M. Figueirêdo & L.F.G. Ferreira, orgs.). Fórum de Pró- Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras, João Pessoa. CD-ROM.
- MARTINS, S. T.; MELO, B. Spondias (Cajá e outras). 2005. Disponível em: <<http://www.frticultura.iciag.ufu.br/caja>> Acessado em 03 Fev. 2007.
- McGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. USDA Ariculture Handbook, n.494, 1976. 441p
- MELO, C.G. de; ALVES, E.U.; LORENZON, M.C.; BAPTISTA, J.L. 1997 Polinizadores de *Malpighia glabra* L. *Mensagem Doce* 42: 14-17.
- MITCHELL, J. D; Revisão das espécies neotropicais de *Spondias* (ANACARDIACEAE). **The New York Botanical Garden**. XLVI Congresso Nacional de Botânica, Universidade de São Paulo, 1995, p. 416.
- MORGADO, L.N; et al. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras- MG. **Ciênc. Agrotec**, v. 26, n. 6, p. 1167- 1177. 2002.
- NABHAN, G.P.; BUCHMANN, S.L. 1997. **Services provided by pollinators**. Pp. 133-50. In: G.C. Daily (ed.). *Nature's service: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D.C., Island.
- NADIA, T. de L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica** v.30, p.89-100. 2007.

- PINTO, W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S.C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, 2003.
- PEDRO, S. R. M.; CAMARGO, J. M. F. Hymenoptera, Apiformes. In: Joly C. A; Bicudo, C. E. M. (Org.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, BIOTA/FAPESP, v. 5, p. 194-211, 1999. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/beesp/lista_abelhas_sp_apiformes.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2006.
- PRIMACK, R.B. Phenological variation within natural populations: flowering in New Zealand montane shrubs. **Journal of Ecology** v.68, p.849-862. 1980.
- RAMOS, M. C. Ecologia da polinização de taperebá (*Spondias mombin* L., Anacardiaceae) em área de floresta secundária no município de Santo Antônio do Tauá, Pará, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, 2009.
- RAW, A. 1979 *Centris dirrhoda* (Anthophoridae), the bee visiting West Indian Cherry flowers (*Malpighia puniceifolia*). *Rev. Biol. Trop.* 27(2): 203-205.
- RICHARDS, A.J. **Plant breeding systems**. London, Cambridge University Press. 1986
- SACRAMENTO, C.K. do.; SOUZA, F.X. de. **Cajá** (*Spondias mombin* L.). Jaboticabal: Funep, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).
- SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C.; FIGUEIRÔA, J. M.; JUNIOR, A. G. S. **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial**. Associação Plantas do Nordeste 1. ed. v. 01. 331 p. Recife, 2005.
- SILVA, A. Q.; SILVA, H. Cajá, uma frutífera tropical. **Informativo SBF**, Itajaí, v.14, n.4, dez. 1995.
- SPEARS, E.E. 1983 A direct measure of pollinator effectiveness. *Oecologia (Berlin)* 57: 196-199.

- SOUZA, F.X. de.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.790-792. 2002.
- SOUZA, F.X. de. ***Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação***. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT:SEBRAE-CE, 1998. 28 p. (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 27).
- SOUZA, F.X. de; Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeirana chapada do Apodi, Ceará/ Francisco Xavier de Souza. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- SOUZA, F.X. & INNECCO, R. & ARAUJO, C.A.T.) Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero *spondias*. Comunicado Técnico, Embrapa Agroindústria Tropical, Nº 37, dez./99, p.1-8.
- VILLACHICA, H. Ubos (*Spondias mombin* L.). In: VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica: FAO, 1996. p.270- 274.
- WILLIAMS, I.H.; CORBET, S.A.; OSBORNE, J.L. 1991 Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. *Bee World* 72(4): 170-180.
- WITTMAN, D. Conservation of pollinators and landscape management. In: IV ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2000, Ribeirão Preto. Anais. Ribeirão Preto: USP, 2000. p.144.