



**BIOLOGIA FLORAL E ABELHAS  
(HYMENOPTERA – APIDAE) VISITANTES DO  
PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)**

**EDUARDO TIGRE DO NASCIMENTO**

**2011**

**EDUARDO TIGRE DO NASCIMENTO**

**BIOLOGIA FLORAL E ABELHAS (HYMENOPTERA – APIDAE)  
VISITANTES DO PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:  
Raquel Pérez-Maluf

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA – BRASIL  
2011

À minha família,  
Dedico e ofereço.

Aos meus pais, Geraldo e Clemência que me ensinaram o caminho da honestidade e responsabilidade; a minha irmã Euzeni, exemplo de perseverança e incentivo para continuar; aos meus tios e amigos pelo apoio e carinho.

## AGRADECIMENTOS

O meu eterno agradecimento ao Grande e Poderoso Deus pelas maravilhas realizadas em minha vida, e por me proporcionar a alegria de realizar mais este sonho;

À minha família Geraldo, Clemência e Euzeni, que me apoiaram em todos os momentos dessa caminhada;

À minha orientadora e amiga Raquel Pérez-Maluf, pela orientação, amizade, carinho, confiança, apoio e compreensão. Obrigada por tudo!

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade realização desse curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Aos estagiários do Laboratório de Biodiversidade do Semi-árido - LABISA, pelo apoio nos trabalhos de pesquisa realizados nos últimos dois anos;

À professora D Sc. Maria Aparecida Castellani, pelo incentivo, orientação e amizade;

À minha tia Rosita e família, pela paciência, carinho e dedicação com que fui tratado durante a minha estada em Vitória da Conquista, meu muito obrigado;

A todos os professores e funcionários da UESB, pela dedicação e sinceridade com que fui tratado;

Ao meu colega de curso Alexandre Carneiro da Silva, pela amizade e companheirismo que demonstrou durante o decorrer do curso;

A todos que acreditaram e torceram pela minha vitória.

## RESUMO

NASCIMENTO, E.T. **Biologia floral e abelhas (Hymenoptera – Apidae) visitantes do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2011. 66p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia).\*

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L. 1753) é uma planta nativa da América Central e amplamente disseminada pelas regiões tropicais e semitropicais do mundo. Esta cultura tem sido indicada para regiões como o semi-árido nordestino por ser uma cultura perene, com tolerância à seca e solos com baixa produtividade, no entanto pouco se sabe a respeito da biologia floral desta cultura. O presente trabalho teve como objetivo estudar a floração e a guilda de abelhas visitantes do pinhão manso em uma área plantada no sudoeste da Bahia. O estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista BA, com duração de 18 meses. Nos períodos de florescimento de novembro de 2009 a dezembro de 2010, foram registrados: número médio de flores por inflorescência, tempo de abertura de flores femininas, masculinas e hermafroditas; formação de frutos por apomixia, polinização espontânea, geitonogamia, xenogamia, anemofilia e por livre polinização. Também foram coletadas, semanalmente nos períodos florescimento, as abelhas visitantes em 30 plantas escolhidas ao acaso. Em cada planta coletavam-se as abelhas que pousassem nas inflorescências durante dez minutos ao longo do dia. O número médio de flores por inflorescência foi de 79, sendo estas 94,8% masculinas, 4,57% femininas e 0,40% hermafroditas. As flores masculinas e as femininas permaneceram abertas por cerca de quatro dias, e as hermafroditas por cerca de seis dias. A percentagem de frutos formados nos tratamentos de polinização foi alta para a geitonogamia, xenogamia e para polinização manual que não diferiram da livre polinização (controle), que resultou em 100% de frutificação. No entanto, a frutificação por apomixia e anemofilia foi significativamente mais baixa que os demais tratamentos. Foram coletados 521 espécimes de abelhas pertencentes a 12 espécies. A espécie mais abundante foi *Apis mellifera* (364 indivíduos), sendo a única espécie considerada constante e dominante. Os resultados deste trabalho permitem concluir que o florescimento do pinhão manso ocorreu em duas épocas do ano. Nas condições estudadas, a cultura depende de vetores para polinização, destacando-se a espécie *Apis mellifera*.

**Palavras-chave:** biodiesel, polinização, *Apis mellifera*.

---

\* Orientadora: Raquel Pérez-Maluf, D.Sc., UEBB.

## ABSTRACT

NASCIMENTO, E.T. **Floral biology and bees (Hymenoptera – Apidae) visitors of physic nut (*Jatropha curcas* L.)**. Vitória da Conquista - BA: UESB, 2011. 66p. (Dissertation - Masters in Agronomia, Area of concentration in Fitotecnia).\*

The physic nut (*Jatropha curcas* L. 1753) is a plant native to Central America and widespread on tropical and semitropical regions of the world. This culture has been indicated for regions like the semi-arid for being a perennial crop, with tolerance to dry season and soils with low productivity, although little is known about the floral biology for this culture. This study aimed to study the flowering and pollination mechanisms of physic nut planted in an area in the semi-arid region of Bahia. The study was conducted at the experimental field of the State University of Southwest Bahia (UESB), Vitoria da Conquista BA, during 18 months. In periods of bloom from November 2009 to December 2010 were recorded: the average number of flowers per inflorescence, the time of opening of female flowers, male and hermaphrodite; fruit formation by apomixis, spontaneous pollination, geitonogamy, crossbreeding anemophily and free pollination. Were also collected weekly in the flowering periods bees visitors in 30 randomly selected plants, at each plant we collected bees that land on flowers for ten minutes throughout the day. The average number of flowers per inflorescence was 79, which were 94.8% male, 4.57% female and 0.4% hermaphrodites. The male flowers and the female stayed open for about four days, and hermaphrodites for about six days. The percentage of fruit set by pollination treatments was high for geitonogamy, xenogamia and hand pollination that did not differ from free pollination (control), where there was 100% fruiting. However fruiting by apomixis and anemophily was significantly lower than the other treatments. We collected 521 specimens of bees belonging to 12 species. The most abundant species was *Apis mellifera* (364 individuals), this was the only species considered constant and dominant. These results support the conclusion that the flowering of physic nut occurred in two seasons. Under the conditions studied, the culture need vectors for pollination, especially *Apis mellifera*.

**Key words:** biofuel, polinization, *Apis mellifera*

---

\* Adviser: Raquel Pérez-Maluf, D.Sc. UEBB.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos realizados no estudo do sistema reprodutivo do pinhão manso ( <i>Jatophra curcas</i> L.) e o número de flores utilizadas.....	26
Tabela 2 – Formação de frutos do pinhão manso ( <i>Jatophra curcas</i> L.) em função dos tratamentos de polinização aplicados. Número de inflorescências (Infl.); Número de flores polinizadas (Flor. polin.); Número de frutos formados (Frut. form.) e Percentual de frutos formados (Perc. frut. form.).....	36
Tabela 3 – Quantidade média de néctar coletado em função do horário de avaliação: 7:00h, 9:00h, 11:00h, 13:00h, 15:00h e 17:00h.....	43
Tabela 4 – Quantidade média de néctar ( $\mu$ l) disponibilizada pelas flores de pinhão manso ( <i>Jatophra curcas</i> L.).....	45
Tabela 5 – Análise faunística das abelhas visitantes das flores de pinhão manso ( <i>Jatophra curcas</i> L.). N: número total de indivíduos; F: frequência relativa; C: constância, sendo constante (W), acessória (Y) e acidental (Z); D: dominância, sendo dominante (D) e não dominante (Nd).....	50
Tabela 6 – Tempo médio de permanência das principais abelhas sobre as inflorescências e recurso floral coletado nas flores de pinhão manso ( <i>Jatophra curcas</i> L.).....	55

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Figura 1 - Aspecto geral do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em Vitória da Conquista, BA: Cultivo (A), flores femininas (B) e frutos.....	20
Figura 2 – Períodos de florescimento do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) ao longo do ano na região Sudoeste da Bahia .....	32
Figura 3 – Viabilidade polínica e receptividade estigmática do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.): grão de pólen viável (A), grão de pólen inviável (B), estigma receptível (C) e estigma não receptível (D).....	40
Figura 4 – Viabilidade dos grãos de pólen do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes períodos de avaliação: pré-antese, final de primeiro dia de antese (antese 1), final do segundo dia de antese (antese 2) e final de terceiro dia de antese (antese 3).....	41
Figura 5 – Receptividade do estigma do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes períodos de avaliação: primeiro dia pela manhã (dia 1 M), primeiro dia pela tarde (dia 1 T), segundo dia pela manhã (dia 2 M), segundo dia pela tarde (dia 2 T), terceiro dia pela manhã (dia 3 M), terceiro dia pela tarde (dia 3 T), quarto dia pela manhã (dia 4 M), quarto dia pela tarde (dia 4 T).....	42
Figura 6 – Coleta de néctar em flores femininas na cultura do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes dias de antese e horários de amostragem durante todo o seu período de antese floral.....	44
Figura 7 – Coleta de néctar em flores femininas na cultura do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes horários de amostragem no segundo, no terceiro e no quarto dia de antese.....	45
Figura 8 – Concentração de açúcar no néctar do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes horários de avaliação.....	46
Figura 9 – Peso das anteras do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes períodos de avaliação: pré-antese, final de primeiro dia de antese (antese 1), final do segundo dia de antese (antese 2) e final de terceiro dia de antese (antese 3).....	48
Figura 10 – Frequência de abelhas coletadas em flores de pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) durante todo o seu período de antese floral.....	49
Figura 11 – Coleta de abelhas em flores na cultura do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função dos diferentes horários de amostragem.....	54
Figura 12 - Coleta de recursos florais (néctar e pólen) pelas abelhas na cultura do pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> L.) em função da espécie.....	56

Figura 13 - *Trigona spinipes* raspando frutos do pinhão manso (*Jatropha curcas*  
L.).....58

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 Histórico do pinhão manso.....	17
2.2 Classificação botânica e descrição.....	18
2.3 Interação abelha x flor e sua implicação na formação de frutos.....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.1 Determinação da Floração.....	24
3.2 Mecanismos reprodutivos do pinhão manso.....	25
3.3 Viabilidade polínica e receptividade estigmática.....	27
3.4 Recompensas do pinhão manso oferecidas aos visitantes.....	27
3.4.1 <i>Néctar</i> .....	28
3.4.2 <i>Pólen</i> .....	28
3.5 Guilda de abelhas visitantes florais do Pinhão manso.....	29
3.5.1 <i>Análise faunística</i> .....	29
3.6 Avaliação do papel polinizador dos visitantes florais.....	31
3.6.1 <i>Registros comportamentais das espécies visitantes</i> .....	31
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
4.1 Determinação do florescimento.....	32
4.2 Mecanismos reprodutivos do pinhão manso.....	35
4.3 Viabilidade dos grãos de pólen e receptividade do estigma.....	40
4.4 Recompensas do pinhão manso oferecidas aos visitantes.....	43
4.4.1 <i>Néctar</i> .....	43
4.4.2 <i>Pólen</i> .....	47
4.5 Abelhas polinizadoras.....	48
4.5.1 <i>Horário de coleta de abelhas</i> .....	52
4.5.2 <i>Comportamento de forrageamento dos visitantes florais - Apis mellifera, Trigona spinipes e Cephalotrigona sp.</i> .....	54
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L., Euphorbiaceae), também conhecido como pinhão do Paraguai, purgueira, pinha-de-purga, grão-de-maluco, pinhão-de-cerca, turba, tartago, medicineira, tapete, siclité, pinhão-do-inferno, pinhão bravo, figo-do-inferno, pião, pinhão-das-barbadas e sassi, tem sido indicada para regiões do semiárido nordestino por ser uma cultura perene, com tolerância à seca e a solos com baixa produtividade (ARRUDA e outros, 2004; MELO e outros, 2006; BELTRÃO e outros, 2007; LIMA e outros, 2007), representando uma excelente opção para a agricultura familiar.

O Programa Baiano de Biodiesel (PROBIODIESEL) considera a cultura como uma das alternativas promissoras na região para promover a distribuição de renda e buscar agregação de valores à cadeia produtiva. Além da produção de óleo, o pinhão manso é tradicionalmente utilizado na medicina popular em diferentes países, sendo considerado uma boa fonte de anti-inflamatórios (HELLER, 1996; STAUBMANN e outros, 1997).

Das culturas propostas para produção de biodiesel, a cultura da mamona é a que tem sido mais estudada, tanto do ponto de vista da produção de óleo, quanto dos aspectos reprodutivos, o que favorece o desenvolvimento de tecnologias apropriadas à exploração da cultura. Em contrapartida, o pinhão manso, apesar de ser uma cultura disseminada por todo território tropical e algumas áreas temperadas e de ser conhecida e cultivada na América desde os tempos antigos (SATURNINO e outros, 2005), ainda não foi devidamente domesticado; as colheitas são pouco previsíveis e as melhores condições de plantio, do ponto de vista agrônomo, ainda estão por serem definidas (FAIRLESS, 2007).

O florescimento é uma das fases fenológicas mais importantes para uma boa produção, pois o número de flores femininas e sua fecundação determinam a quantidade de frutos e sementes que, eventualmente, se desenvolverão (FRANKEN e NIELSON, 2009). Em climas com épocas claramente distintas, o pinhão manso inicia seu florescimento após um período de estresse ter terminado, podendo ser apenas um ou mais de um florescimento durante o ano. Em climas sem uma estação chuvosa bem definida e com grande variação sazonal em temperaturas, a espécie não apresenta períodos determinados de floração, mas sim um período contínuo de florescimento, a menos que existam outras formas de estresse induzido (FRANKEN e NIELSON, 2009).

Segundo Saturnino e outros (2005), na região de Nova Porteirinha – MG, a proporção é de 1-5 flores femininas para 25-93 flores masculinas, numa razão média de 29 masculinas para cada flor feminina. As flores femininas abrem-se em dias diferentes, forçando a polinização cruzada; os estigmas tornam-se receptíveis depois que a flor se abre e permanecem assim por três dias; as flores não polinizadas caem no quarto dia da antese.

Segundo Brenha e Paiva Neto (2009), algumas características da espécie merecem peculiar atenção nos programas de melhoramento genético de plantas, como o aumento da proporção de flores femininas por inflorescência, teor de óleo na semente, maior sincronismo na diferenciação floral e consequente antese por inflorescência.

De acordo com Michener (2000), o vento e as abelhas são os agentes polinizadores mais importantes. Morfologicamente, as abelhas apresentam partes do corpo adaptadas especialmente para a coleta e transporte de pólen e néctar (MICHENER, 2000), o que torna a relação entre abelhas e plantas com flores tema constante na pesquisa científica. Abelhas dependem exclusivamente dos recursos das plantas para a sobrevivência, manutenção e desenvolvimento da prole, com raríssimas exceções machos e fêmeas de abelhas obtêm alimento das

flores (ROUBIK, 1989). Abelhas que apresentam colônias sociais, por serem mais numerosas, têm um papel importante na coleta de pólen e néctar. A manutenção de colônias perenes, com atividades de forrageamento regulares ao longo do dia e por longos períodos (ROUBIK, 2006), indicam a necessidade de escolhas de locais de instalação das colméias que garantam alimento ao longo do ano. Daí a importância de estudos que avaliem as plantas enquanto fontes de recursos a serem explorados pelas abelhas.

Trabalhos com mecanismos reprodutivos do pinhão manso foram realizados por Saturnino e outros (2005), em Nova Porteirinha, por Juhász e outros (2009), em Janaúba - MG, por Brenha e Paiva Neto (2009), em Chapadão do Sul - MS e por Paiva Neto e outros (2010), também em Chapadão do Sul - MS. Todavia, estes aspectos da cultura do pinhão manso ainda são desconhecidos para as condições locais de Vitória da Conquista, BA.

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi estudar alguns aspectos da biologia floral e da guilda de abelhas visitantes das flores do pinhão manso (*J. curcas*) em uma área plantada no semiárido da Bahia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, é crescente a produção de biodiesel ao redor de todo o mundo e os atuais avanços no setor de biocombustíveis demonstram que o Brasil passa por um processo abrangente de evolução, conduzindo tanto a uma enorme consequência econômica quanto a uma política interna, promovendo, assim, mudanças sociais, socioculturais e ecológicas (KOHLHEPP, 2010).

A União Europeia, com uma produção de mais de 4,5 bilhões de litros em 2006, lidera a produção mundial de biodiesel e o Brasil vem em terceiro lugar, logo após os Estados Unidos (ARAÚJO, 2007). No Brasil, a matéria-prima principal na produção de biodiesel se encontra nas plantas oleaginosas: mamona, girassol, algodão, dendê, amendoim, canola, babaçu, entre outras (BILICH E SILVA, 2006). Dentre as alternativas de espécies vegetais utilizadas, o pinhão manso vem se apresentando como uma boa opção agrícola, tendo em vista que o óleo da semente do pinhão manso é idêntico ao óleo extraído do petróleo (DRUMMOND e outros, 2007).

A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira se deu por meio da Lei Federal N° 11.097/2005, que presume a autorização da mistura biodiesel-diesel em escala comercial, na proporção de 2,0% de biodiesel e 98,0% óleo diesel. Esta mistura passou a ser obrigatória desde 2008, e após oito anos da publicação da referida lei, que se deu dia 14 de janeiro de 2005, esta mistura será de 5% (PEREIRA e outros, 2010). Assim, milhões de hectares serão necessários para o cultivo de culturas oleaginosas, portanto, um desafio à utilização de terras marginais, não apropriadas para o cultivo de gêneros alimentícios (CARMÉLIO, 2006). Associado a isso, as pesquisas agrícolas necessitam buscar a domesticação de novas espécies de plantas, aumentando a

produção de óleo por hectare, a partir das técnicas de melhoramento dessas culturas (ARAÚJO, 2007).

## **2.1 Histórico do pinhão manso**

Provavelmente, o pinhão-manso tenha se originado entre o México e a América Central, sendo posteriormente cultivado em vários outros países latino-americanos, africanos e asiáticos como cerca viva. Durante a primeira metade do século XIX, foi um importante produto de exportação nas Ilhas de Cabo Verde, onde foi introduzido em 1783. Contudo, ainda há controvérsias sobre o país de sua origem, visto que diversos trabalhos mencionam origens diferentes para a espécie e, embora diversos cientistas tenham tentado determinar a origem de *J. curcas*, sua procedência continua bastante indefinida (HELLER, 1996).

Atualmente, o pinhão-manso é encontrado em quase todas as regiões intertropicais, estendendo sua ocorrência desde a América Central, Índia, Filipinas, Timor até algumas zonas temperadas (EPAMIG, 2008). No Brasil, essa oleaginosa ocupa, atualmente, cerca de 60 mil hectares de área plantada e, de acordo com estimativas da Associação Brasileira de Produtores de Pinhão Manso (ABPPM), essa área deve chegar a 750 mil hectares em 2020 (MATSUURA, 2010).

Adaptada às mais variadas condições edafoclimáticas, principalmente, nos estados do Nordeste, em Goiás e em Minas Gerais, o pinhão manso cresce de forma dispersa nos terrenos abandonados e não cultivados, no entanto, não consegue subsistir em locais de densa vegetação e terrenos encharcados, onde dificilmente consegue competir (BAHIABIO, 2007; EPAMIG, 2008).

Na Bahia, além das áreas cultivadas, uma grande variedade de tipos de pinhão manso cresce de maneira espontânea em diversas regiões de todo o estado. Estes são utilizados na construção de cercas vivas, como purgativo, na

fitoterapia e na fabricação de sabões. A meta do governo baiano é alcançar 200 mil hectares plantados, a partir de 2010, gerando uma produção 320 mil m<sup>3</sup> de biodiesel, advindos do pinhão manso. Contudo, ainda se faz necessário investimento em pesquisas que possibilitem o desenvolvimento de tecnologias para a exploração econômica do pinhão manso pela agricultura familiar baiana (BAHIABIO, 2007).

## 2.2 Classificação botânica e descrição

*Jatropha curcas* pertence à família Euphorbiaceae, na qual também se encontram a mamona (*Ricinus communis*), a mandioca (*Manihot esculenta*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*). É um arbusto com até 4 m de altura, que produz flores pequenas amarelo-esverdeadas em inflorescências cimosas tipo racemo (Figura 1A) e (Figura 1B). As flores são unissexuais, com flores estaminadas (masculinas) e pistiladas (femininas), produzidas em uma mesma inflorescência. Normalmente, as inflorescências produzem flores femininas nos vértices das hastes principais, cercadas por um grupo de flores masculinas que ocupam posições subalternas na inflorescência (Figura 1 B). Em alguns casos, nos lugares onde normalmente são esperadas flores femininas, são lançadas flores masculinas, tornando aquela inflorescência totalmente masculina. Numericamente, as flores masculinas são sempre mais abundantes que as femininas. Normalmente, as primeiras flores a serem lançadas em uma inflorescência são as masculinas, vindo posteriormente às femininas (RAJU e EZRADANAM, 2002, JONGSCHAAP, 2007). Ainda que em quantidade relativamente menor, o pinhão manso produz, ocasionalmente, algumas flores hermafroditas (PAIVA NETO e outros, 2010).

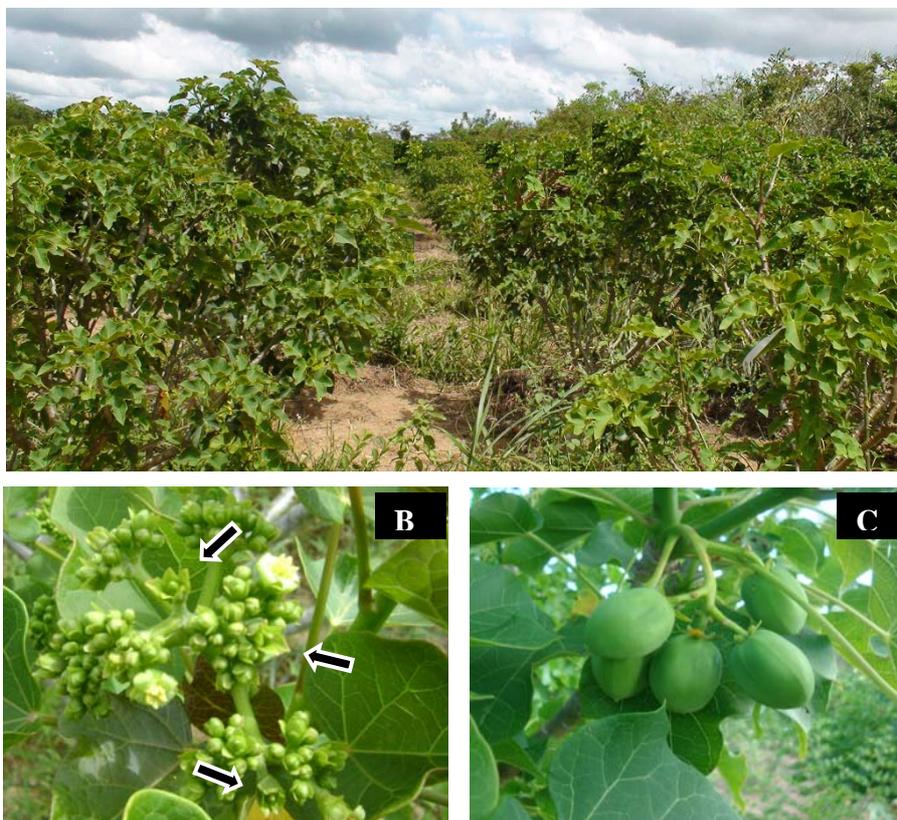
O fruto é tipo cápsula com formato ovoide e diâmetro de aproximadamente 1,5 a 3,0 cm, trilobular, com uma semente em cada lóculo,

formado por um pericarpo duro e lenhoso, indeiscente, primeiramente verde, tornando-se amarelo, depois castanho e, finalmente, preto, quando atinge o estágio de colheita (ARRUDA e outros, 2004) (Figura 1 C).

Possui sementes relativamente grandes, de tegumento rijo, quebradiço, e contém cerca de 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminoides e materiais minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio (ARRUDA e outros, 2004).

Com grande potencial para a produção de biocombustível, a espécie apresenta vários atributos como: fácil propagação, rápido crescimento, planta perene, desenvolve-se bem em terrenos áridos e pedregosos, elevado teor de óleo e baixo custo de sementes, e resistência a longos períodos de estiagens (ARRUDA e outros, 2004; SUJATHA e outros, 2008).

O pinhão manso pode resistir até dois anos de seca e voltar a crescer com o restabelecimento do período chuvoso. Suporta um limite inferior de 500 a 800 mm anuais, abaixo disto a produção dependerá do lençol freático. As plantas iniciam sua produção com idade média de 10 meses a um ano, estabilizando-se com cerca de três a cinco anos; pode manter seu período produtivo por até 40 anos e chegar a quatro metros de altura, sua produção de sementes varia de, aproximadamente, duas a 12.5 t.ha<sup>-1</sup> por ano, após o quinto ano (CARNIELLI, 2003; ARRUDA e outros, 2004; MARTINS e outros, 2008). Em regiões onde o período chuvoso é distribuído ao longo de todo o ano, esta cultura frutifica o ano inteiro, produzindo cerca de 8.000 kg.h<sup>-1</sup> de bagas. No entanto, em regiões onde as chuvas são concentradas em determinado período, frutifica apenas uma vez por ano, mas a colheita pode prolongar-se de quatro até seis meses (BAHIABIO, 2007).



**Figura 1 - Aspecto geral do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.): Cultivo (A), flores femininas (B) e frutos (C). Vitória da Conquista, BA, 2010.**

### **2.3 Interação abelha x flor e sua implicação na formação de frutos**

O pólen é de essencial importância para o desenvolvimento da colméia, pois este é a principal fonte de proteína das abelhas, logo, ao garantir o desenvolvimento do enxame, as abelhas também perpetuam as espécies vegetais (LUIZA e outros, 2007).

Algumas abelhas, apesar de estarem presentes em cultura em fase de florescimento, não efetuam a polinização desta cultura, pois características como tamanho, pilosidade do corpo e comportamento são essenciais para que o grão de pólen seja transportado da antera da flor masculina até o estigma da flor feminina. Foi verificado por Silveira e outros (2002) que abelhas do gênero *Ceratina*, apesar de presentes na cultura do algodão, não realizavam sua polinização, pois eram pequenas, esguias e com pouca pilosidade. Além disso, estes indivíduos eram pouco abundantes e não coletavam pólen na presente cultura, diminuindo ainda mais a possibilidade de transportarem o pólen entre as flores (SILVEIRA e outros, 2002; CARDOSO e outros, 2007).

Segundo Westwerkamp e Gottsberg (2000), em culturas como tomate, alfafa, maçã, maracujá e baunilha, as abelhas são usadas como principais agentes polinizadores. Em quase todo o mundo, a utilização de abelhas para polinização é prática comum em diversas culturas agrícolas (FREITAS e outros, 2002). Estas culturas apresentam paisagens extremamente homogêneas, quando comparadas às paisagens naturais, e com recursos sendo disponibilizados de maneira sincrônica, o que favorece a sua exploração pelos visitantes florais (JACCOBI, 2002).

Devido aos avanços na agricultura mundial, nos últimos anos vem crescendo a necessidade de pesquisas para o conhecimento das relações entre abelhas e plantas comercialmente exploradas. Em 2002, foi criada no Brasil a Iniciativa Brasileira de Polinizadores (IBP) que, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Universidade de São Paulo (USP), visa a identificação da fauna de polinizadores, avaliação de suas eficiências, identificação do valor econômico da polinização e do impacto de seu declínio, bem como promover esclarecimentos sobre a conservação e introdução dos polinizadores em áreas agrícolas. Uma iniciativa semelhante foi criada em âmbito estadual, a REPOL

(Rede Baiana de Polinizadores), contando com a participação, dentre outros, de pesquisadores das Instituições de Ensino Superior sediadas na Bahia (Públicas e Privadas) e de representações governamentais como Conselho Regional de Administração (CRA), Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) (MMA, 2006).

Nogueira-Neto (2002) ressalta que o estudo da polinização deve focar diferentes situações como as interações entre plantas e polinizadores, competição entre diferentes polinizadores e, ainda, competição entre plantas diferentes e fatores que possam estar envolvidos nas relações entre plantas e polinizadores.

Kun e outros (2007) observaram na província montanhosa de Yunnan, na China, que as flores de pinhão manso são dependentes de vetores para sua polinização. Raju e Ezradanam (2002) verificaram que, na Índia, as abelhas e moscas realizam tanto a polinização cruzada (xenogamia) quanto a autopolinização (geitonogamia), enquanto que outros visitantes florais como trips e formigas favoreciam apenas a autopolinização.

Santos e outros (2008), estudando a entomofauna de inflorescências de pinhão manso em São Cristóvão, no estado de Sergipe, observaram que, das espécies presentes, *Trigona spinipes* e *Apis mellifera* foram as que tiveram maior número de indivíduos dentro da ordem Hymenoptera, representando 52,39% do total de espécimes. Em mamona, Rizzardo (2007) observou que a presença de abelhas como *Apis mellifera*, apesar de não ter aumentado a produção de frutos, promoveu um aumento significativo na produção de racemos com mais frutos, frutos com sementes mais pesadas e maior porcentagem de óleo, características favoráveis ao aumento da produtividade da cultura.

A presença dos visitantes florais, em geral, é benéfica às culturas visitadas, mesmo que estas não estejam diretamente associados à polinização, pois aumentam a proporção e qualidade dos frutos, e a quantidade de sementes (RICHARDS, 2001).

Trabalhos realizados com levantamento de abelhas visitantes florais foram realizados em diversas culturas, como goiaba e tangerina (GUIMARÃES, 2006), *Solanum palinacanthum* Dunal (CARVALHO e outros (2001), *Phaseolus vulgaris* (SANTANA e outros, 2002), *Jatropha mutabilis* (Pohl) e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill (SANTOS e outros, 2005), entretanto, são inexistentes trabalhos abordando este aspecto na cultura do pinhão manso.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista – BA, situado em uma região do semiárido, localizado a 14°51' latitude Sul e 40°50' longitude Oeste, altitude média de 923 m, temperaturas máximas e mínimas de 25,3° C e 16,1° C, respectivamente, e média anual de 20° C. Sua pluviosidade média anual está em cerca de 750 mm (IBGE, 2006).

A área de estudos é formada por um monocultivo de 0,5 hectare de pinhão manso, com idade média de seis anos, sendo o período experimental de 06/2009 a 12/2010, totalizando 18 meses.

#### 3.1 Caracterização da floração

A floração do pinhão manso foi avaliada por visitas semanais à cultura durante 18 meses. Foram selecionadas 30 plantas ao acaso e, a cada visita, foram contados (i) os ramos reprodutivos e os vegetativos e (ii) as inflorescências com flores e botões.

A antese floral foi acompanhada diariamente em 60 flores, sendo 20 flores masculinas, 20 flores femininas e 20 flores hermafroditas. Foi realizado o acompanhamento de 20 inflorescências, desde a antese da primeira flor até a formação do fruto ou senescência da última flor, anotando-se o horário de abertura das flores, tempo de abertura de cada flor e da inflorescência, ordem de abertura das flores e número de flores por inflorescência (masculinas, femininas e hermafroditas).

### **3.2 Mecanismos reprodutivos do pinhão manso**

Para avaliação dos fatores bióticos e abióticos na polinização foi instalado experimento com delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos e 20 repetições (Tabela 1).

- Geitonogamia 1: isolamento com sacos de organza de 20 inflorescências, nas quais foram retiradas as flores masculinas e as flores femininas, polinizadas com pólen obtido de flores da mesma inflorescência.

- Geitonogamia 2: isolamento com sacos de organza de 20 inflorescências, nas quais foram retiradas as flores masculinas e as femininas, polinizadas com pólen obtido de flores masculinas de outra inflorescência, situada na mesma planta.

- Xenogamia: isolamento com sacos de papel de 20 inflorescências, nas quais foram retiradas as flores masculinas, com posterior polinização das flores femininas com pólen obtido de flores de outras plantas.

- Autopolinização: isolamento com sacos de papel de 20 inflorescências e avaliação da formação de frutos.

Anemofilia 1: isolamento com sacos de organza de 20 inflorescências, das quais foram retiradas as flores masculinas para testar o papel do vento no deslocamento dos grãos de pólen de uma inflorescência para outra.

- Anemofilia 2: isolamento com sacos de organza de 20 inflorescências completas para testar o papel do vento no deslocamento dos grãos de pólen dentro da mesma inflorescência, de uma flor para outra. De acordo com testes preliminares realizados em laboratório, os sacos de organza permitem a passagem dos grãos de pólen através de sua malha, impedindo a passagem dos polinizadores.

- Apomixia: isolamento com sacos de organza de 20 flores femininas, sendo posteriormente avaliada a formação de frutos.

- Controle: foram marcadas 20 inflorescências sem tratamento algum para controle.

Para todos os testes de polinização, foi feita a coleta de flores masculinas nas primeiras da antese floral. As anteras destas flores foram posicionadas sobre o estigma das flores femininas, promovendo a aderência dos grãos de pólen das anteras à superfície dos estigmas.

O total de frutos formados por tratamento foi comparado com o teste de  $X^2$ .

Para avaliar o déficit de polinizadores na área de estudos, foram comparadas as taxas de formação de frutos das inflorescências polinizadas manualmente (xenogamia) e o controle.

**Tabela 1 - Tratamentos realizados no estudo do sistema reprodutivo do pinhão manso (*Jatophra curcas* L.) e o número de flores utilizadas em cada um. Vitória da Conquista – BA, novembro a dezembro de 2010.**

Tratamento	Número de inflorescências	Número de flores
Geitonogamia 1	20	76
Geitonogamia 2	20	38
Xenogamia	20	20
Autopolinização	20	51
Anemofília 1	20	99
Anemofília 2	20	90
Apomixia	20	20
Controle	20	95

### **3.3 Viabilidade polínica e receptividade estigmática**

Para avaliação da viabilidade polínica, foram realizados testes com pólen de 40 flores, oriundas de cinco plantas diferentes, sendo 10 flores em pré-antese; 10 flores no final do primeiro dia, após a antese; 10 flores no final do segundo dia, após a antese; 10 flores no final do terceiro dia, após a antese; e 10 flores no final do quarto dia, após a antese. De cada flor foram retiradas duas anteras e, através de uma leve maceração, foram retirados os seus grãos de pólen e montadas lâminas de observação no microscópio. A avaliação da viabilidade polínica foi realizada segundo a técnica descrita por Linsley e Cazier (1963), citados por Ribeiro e outros (2007), que consistiu na coloração dos grãos de pólen em uma lâmina de vidro com carmim acético a 1% e observação em microscópio óptico de campo claro. Os grãos de pólen viáveis tornam-se coloridos, enquanto que os não viáveis tomam um aspecto acinzentado.

A frequência de pólen viável nos diferentes tratamentos foi testada com análise de variância e teste de Bonferroni para contraste entre as médias, quando significativo (BioEstat 5.0).

O teste de receptividade dos estigmas foi realizado em 20 flores, sendo verificada desde o momento da antese até o final do quarto dia, após a antese. Para este teste, foi utilizado o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), segundo Dafni e outros (2005). Os resultados foram avaliados pelo teste de  $X^2$ .

### **3.4 Recompensas do pinhão manso oferecidas aos visitantes florais**

A variabilidade na oferta dos recursos a serem explorados pelas abelhas influencia a visitação destas às flores ao longo do dia. Para avaliar esta influência, foram estimadas as ofertas de néctar e pólen disponibilizadas pelas flores.

### **3.4.1 Néctar**

Para medição do volume de néctar produzido, foram obtidas amostras de néctar de 80 flores femininas, em diferentes dias e horários, com intervalos de duas horas (7:00h; 9:00h; 11:00h; 13:00h; 15:00h e 17:00h), usando uma micro seringa graduada em 25 µL. Para medir a concentração de açúcar no néctar, foi utilizado um refratômetro de bolso, graduado de 0 a 90% Brix.

As flores avaliadas foram previamente isoladas com sacos de organza, impedindo, assim, o acesso dos visitantes florais. Foram marcadas 20 flores para coleta de néctar nos quatro dias seguidos de antese floral, 20 flores foram marcadas para coleta de néctar somente no segundo dia de antese floral, 20 flores foram marcadas para coleta de néctar somente no terceiro dia de antese floral e 20 flores foram marcadas para coleta de néctar somente no quarto dia de antese floral.

A quantidade de néctar, nos diferentes tratamentos, foi testada com análise de variância e teste de Bonferroni para contraste entre as médias, quando significativo (BioEstat 5.0).

### **3.4.2 Pólen**

A avaliação do pólen disponibilizado pelas anteras foi feita através da pesagem direta de 40 anteras. Sendo elas: 10 anteras cheias de pólen em pré-antese, 10 anteras expostas por um dia aos polinizadores, 10 anteras expostas dois dias aos polinizadores e 10 anteras vazias, após três dias de exposição aos polinizadores. Esta medição foi realizada em balança analítica eletrônica - modelo FA 2104 N.

A variação do peso das anteras, nos diferentes tratamentos, foi testada com análise de variância e teste de Bonferroni para contraste entre as médias, quando significativo (BioEstat 5.0).

### **3.5 Guilda de abelhas visitantes florais do Pinhão manso**

Durante os três períodos de floração: 1. novembro, 2009; 2. março/abril 2010 e 3. novembro/dezembro 2010, os visitantes florais foram observados semanalmente. As observações iniciaram-se às 6:00 h e prolongam-se até às 18:00h. Cada indivíduo florido foi observado por cerca de 10 minutos, totalizando 30 plantas observadas ao longo do dia. As abelhas que pousaram sobre as flores foram coletadas para identificação das espécies, análise faunística e correlação com os horários de visita. A identificação das abelhas foi feita adotando-se o método proposto por Melo e Gonçalves (2005), que admite apenas uma família (Apidae) para todas as abelhas.

Todo material coletado foi depositado na coleção de referência no Laboratório de Biodiversidade do Semi-Árido (LABISA), da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para fins científicos e didáticos.

#### ***3.5.1 Análise faunística***

O estudo da estrutura da comunidade das abelhas coletadas nas flores de pinhão manso foi estimado a partir de diferentes índices, como riqueza e diversidade de espécies, equitatividade, frequência, constância, dominância, sobreposição de nicho, a saber:

- **Riqueza (S)**: número total de espécies coletadas na comunidade.
- **Diversidade (H')**: Estimada a partir do índice de Shannon (SOUTHWOOD, 1978), segundo a fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$$

Onde:  $H'$  = índice de diversidade,  $S$  = número total de espécies,  $p_i$  = frequência relativa da  $i$ -ésima espécie e  $\ln$  = logaritmo neperiano.

- **Equitatividade (J)**: Estimada a partir da fórmula:

$$J' = H' / H_{\max}$$

Onde  $J'$  = Equitatividade,  $H'$  = índice de diversidade de Shannon e  $H_{\max} = \ln(S)$ .

- **Frequência relativa (F)**: representa a participação percentual do número de indivíduos da espécie em relação ao total de indivíduos coletados.

$$F = n/N \times 100$$

Onde,  $F$  = percentagem de frequência,  $n$  = número de indivíduos de cada espécie,  $N$  = número total de indivíduos coletados.

- **Constância (C)**: foi obtida através da percentagem de ocorrência das espécies nas coletas:

$$C = p/N \times 100$$

Onde,  $C$  = percentagem de constância,  $p$  = número de coletas contendo a espécie,  $N$  = número total de coletas.

Em seguida, as espécies foram separadas em categorias, segundo a classificação de Bodenheimer (1955) em:

Espécies constantes (W) – aquelas presentes em mais de 50% das coletas.

Espécies acessórias (Y) – aquelas presentes em 25 a 50% das coletas.

Espécies acidentais (Z) - presentes em menos de 25% das coletas.

- **Dominância (D)**: foram determinadas como espécies dominantes, aquelas que apresentaram uma frequência relativa superior a  $1/S$ .

- **Sobreposição de nicho**: estimada a partir da fórmula:

$$O_{ij} = \sum_i^n p_{ij} p_{ik} / \sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}$$

Onde,

$O_{ij}$  = índice de sobreposição de nicho de Pianka entre a espécie  $i$  e a espécie  $j$ ;

$p_{ij}$  = proporção do recurso  $i$  em um total de recursos utilizados pela espécie  $j$ ;

$p_{ik}$  = proporção do recurso  $i$  em um total de recursos utilizados pela espécie  $k$ ;

$n$  = é o número total de categorias de recurso para as espécies  $j$  e  $k$ ;

### **3.6 Avaliação do papel polinizador das abelhas visitantes florais**

#### ***3.6.1 Registros comportamentais das espécies de abelhas visitantes florais***

Os visitantes florais mais frequentes foram observados e o registro das atividades comportamentais nas flores foi categorizado em função da exploração dos recursos: coletas de néctar, coleta de pólen e coleta de ambos os recursos. Para cada espécie avaliada, foram realizadas 20 observações, em cinco dias, e em pelo menos 4 horários diferentes. Os resultados foram analisados pelo teste de  $X^2$ .

Também foram registrados os comportamentos de pouso nas flores, partes do corpo em contato com os órgãos reprodutivos (anteras e estigma) e o tempo de permanência sobre as inflorescências. Este tempo foi comparado entre as espécies mais frequentes com Análise de Variância e teste posterior de Bonferroni para contraste entre as médias, quando significativo (BioEstat 5.0).

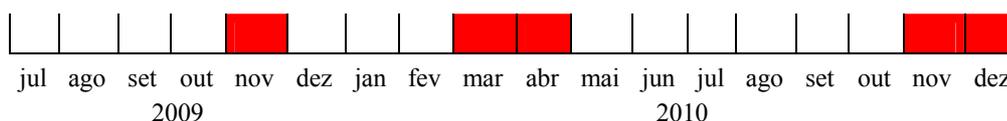
Foram observados também possíveis danos causados às estruturas vegetais por abelhas visitantes desta cultura.

Foram feitos registros fotográficos e em vídeos para observação detalhada do comportamento das abelhas nas flores. Este registro permite avaliar com mais precisão o provável papel dos visitantes florais na polinização efetiva do pinhão manso.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do florescimento

Em Vitória da Conquista, a espécie *J. curcas* apresentou dois períodos de floração bem distintos ao longo do ano, o primeiro iniciando-se em meados de março e prolongando-se até meados de abril, e o segundo iniciando-se no início de novembro e prolongando-se até o início de dezembro (Figura 2). Em estudos realizados na Zona da Mata, estado de Alagoas, Santos e outros (2010) também relataram duas fases distintas de florescimento, a primeira entre novembro e dezembro/2006, e a segunda entre abril e julho/2007, sendo, portanto, esta última bem maior que a observada no presente trabalho. Na Índia, Raju e Ezradanam (2002) verificaram apenas uma floração, concentrada do final de julho ao final de outubro, enquanto que Colleti (2009), em Tangará da Serra no Mato Grosso, verificou que o pinhão manso manteve-se produzindo o ano todo, quando em condições potenciais.



**Figura 2 - Períodos de florescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) ao longo do ano, na região Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - BA. Julho de 2009 a dezembro de 2010.**

Em regiões com distintas épocas climáticas, o gênero *Jatropha* começa seu florescimento após um período de estresse ter terminado, o que pode ser várias vezes por ano. No entanto, em climas sem uma estação chuvosa bem

definida e com grande variação sazonal em temperaturas, a espécie não apresenta períodos de floração, mas sim um período contínuo de florescimento, a menos que existam outras formas de estresse induzido (FRANKEN e NIELSON, 2009). Este aspecto torna-se importante à medida que se emprega um maior grau de tecnologia, pois a uniformidade na produção e amadurecimento dos frutos facilita a colheita mecanizada. Ao passo que o florescimento contínuo resulta em uma sequência de estágios de desenvolvimento reprodutivo em um mesmo ramo, desde frutos maduros na base, verdes no meio, até flores no ápice dos ramos (FRANKEN e NIELSON, 2009).

Cada planta lançou em média quinze inflorescências em cada período de floração, havendo grande variação no número de flores por inflorescência, que foi desde 29 até 146 flores. As flores femininas variaram entre uma e 13, e as masculinas entre 26 e 146 flores por inflorescência. A proporção média por inflorescência foi de 3,2 flores femininas para 66,6 masculinas, e a proporção média geral foi de uma flor feminina para 21 flores masculinas. Essa proporção se mostrou semelhante à encontrada por Juhász e outros (2009), que observaram em Janaúba, no norte de Minas Gerais, uma proporção 7,2 flores femininas para 138,5 flores masculinas, logo, uma proporção média geral de uma flor feminina para 20 masculinas. No entanto, o número de flores por inflorescência (94 a 234) foi bem maior naquela região que no presente trabalho (29 a 146). Na Índia, Raju e Ezradanam (2002) observaram que uma inflorescência produzia de uma a cinco flores femininas para 25 a 93 masculinas, e uma média geral de uma flor feminina para 29 masculinas. Neste mesmo país, Bhattacharya e outros (2005) encontraram uma proporção de duas a 19 flores femininas para 17 a 105 masculinas por inflorescência. Portanto, pode-se afirmar que esta é uma característica muito variável, influenciada por fatores como material genético, clima, região, tratos culturais, dentre outros (JUHÁSZ e outros, 2009). Vale

ainda ressaltar que 30% das inflorescências lançaram somente flores masculinas, 10% somente flores femininas, com 66,7% lançando flores masculinas e femininas e 6,7% lançando flores masculinas, femininas e hermafroditas.

A presença de flores hermafroditas foi muito pequena na área de estudo (0,4%). Estes dados coincidem com aqueles apresentados por Dehgan (1984), que registrou a presença, ainda que rara, de flores hermafroditas para a presente cultura. No entanto, Brenha e Paiva Neto (2009) e Paiva Neto e outros (2010), trabalhando com a biologia reprodutiva do pinhão manso em Chapadão do Sul-MS, relatam que nenhuma flor hermafrodita foi encontrada nas plantas da área experimental. Com uma taxa de flores hermafroditas pequena, a presença de agentes polinizadores se torna de fundamental importância. Segundo Neves (2008), algumas espécies de plantas, na ausência de polinizadores, podem ser auto-polinizadas, no entanto, com uma baixa ocorrência de flores hermafroditas, esse processo tende a ser naturalmente dificultado.

Cada inflorescência apresentou uma duração média de 16 dias (Min= 13 e Máx= 22) entre a abertura da primeira flor e a formação do fruto ou senescência da última flor. Tanto as flores masculinas quanto as femininas permaneceram abertas por cerca de 4 dias (Min= 3 e Máx= 5), enquanto as flores hermafroditas permaneceram abertas por um período maior, por cerca de 6 dias (Min= 4 e Máx= 7).

A antese floral, caracterizada pelo afastamento total entre as bordas da corola, tanto das flores masculinas quanto das flores femininas, ocorreu no período matutino. As flores (N=20) masculinas se abriram entre 6:00h e 10:00h, concentrando sua antese (N=16) no período entre 8:00h e 10:00h. As flores femininas (N=20) se abriram no período entre 7:00h e 12:00h, concentrando sua antese (N=14) no período entre 9:00h e 11:00h. Nas inflorescências, em 17 das 20 observadas, a antese iniciou-se com uma flor masculina, no entanto, em 3 inflorescências a antese foi iniciada com uma flor feminina, não havendo casos

de inflorescências iniciarem a antese floral com flores hermafroditas. No momento da abertura das flores masculinas, os grãos de pólen se encontravam totalmente disponíveis para os polinizadores, pois suas anteras também já estavam totalmente abertas.

A presença de flores masculinas e femininas abertas na mesma inflorescência foi um fato comumente observado na área de estudo, pois apesar de a antese masculina normalmente se iniciar primeiro na inflorescência, as flores masculinas eram sempre em número maior e se encontravam em vários estágios de desenvolvimento, assim, no momento da antese feminina, ainda havia flores masculinas se abrindo. Saturnino e outros (2005), em Nova Porteirinha - MG, observaram que algumas flores femininas desabrocharam antes das masculinas. Por outro lado, Raju e Ezradanam (2002), Chang-Wei e outros (2007), Dnissa e Paramathma (2007) e Juhász e outros (2009) classificam como rara a sincronia de abertura de flores masculinas e femininas na mesma inflorescência.

As flores de *J. curcas* nascem principalmente no ápice dos ramos, assim a poda de galhos em 2/3 do ramo, na fase de dormência, é uma excelente forma para induzir a ramificação e elevar o potencial de produção de frutos (FRANKEN e NIELSON, 2009).

#### **4.2 Mecanismos reprodutivos do pinhão manso**

Houve diferença significativa na formação de frutos nos diferentes tratamentos realizados ( $X^2 = 86,45$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tabela 2). Com exceção da apomixia, foi verificado que houve formação de frutos em todos os tratamentos (controle, autopolinização, apomixia, geitonogamia 1, geitonogamia 2, xenogamia, anemofilia 1 e anemofilia 2), demonstrando que a cultura não

apresenta problemas de autocompatibilidade, não havendo, portanto, barreiras fisiológicas para a autopolinização.

Entretanto, Saturnino e outros (2005) relatam em seu trabalho flores femininas abrindo em dias diferentes das masculinas, na mesma inflorescência, forçando assim a polinização cruzada. No entanto, neste trabalho, grande parte das flores masculinas e femininas da mesma inflorescência se abria simultaneamente, favorecendo também a autopolinização. Paiva Neto e outros (2010) também relatam que o número de flores masculinas foi bem maior do que o número de flores femininas, portanto, durante o período de antese das flores femininas havia flores masculinas abertas, assim, a geitonogamia pôde acontecer naturalmente.

**Tabela 2- Formação de frutos do pinhão manso em função dos tratamentos de polinização aplicados. Número de inflorescências; Número de flores polinizadas; Número de frutos formados e Percentual de frutos formados. Tratamentos seguidos da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de  $X^2$ . Vitória da Conquista – BA, novembro a dezembro de 2010.**

Tratamentos	Inflorescências (Nº)	Flores polinizadas (Nº)	Frutos formados	
			(Nº)	%
Geitonogamia (1)	20	76	70	92,10a
Geitonogamia (2)	20	38	34	89,47a
Xenogamia	20	20	19	95,00a
Autopolinização	20	51	21	41,17b
Anemofilia (1)	20	99	6	06,06c
Anemofilia (2)	20	90	41	45,55b
Apomixia	20	20	00	00,00c
Controle	20	95	95	100,00a

Nos testes de autopolinização, tanto para geitonogamia 1 (com pólen da mesma inflorescência) quanto para geitonogamia 2 (com pólen de inflorescências diferentes, mas da mesma planta), foi verificado um alto

percentual de formação de frutos, (92,10%) e (89,47%) respectivamente, não diferindo estaticamente entre si (Tabela 2). Assim, a flor doadora do grão de pólen na autopolinização no pinhão manso pode ser tanto de inflorescência diferente, quanto da mesma inflorescência em uma planta.

Para xenogamia, foi verificada a formação de frutos em 95,00% das flores polinizadas, no entanto, não houve diferença significativa entre a xenogamia, a geitonogamia 1 e a geitonogamia 2 (Tabela 2), indicando que a cultura não apresenta barreiras de compatibilidade para fecundação. Brenha e Paiva Neto (2009) e Juhász e outros (2009) também encontraram elevados índices de fecundação por xenogamia no pinhão manso. De acordo com Heller (1996), a polinização do pinhão manso é basicamente entomófila, o que favorece a xenogamia. Ainda, segundo este autor, a abertura das flores femininas e masculinas ocorre em momentos diferentes na inflorescência, nas condições avaliadas, o que favoreceria a polinização cruzada.

Nas condições avaliadas em Vitória da Conquista, a maioria das inflorescências apresentou tanto flores femininas quanto masculinas abertas ao mesmo tempo, favorecendo também a geitonogamia.

Saturnino e outros (2005) relataram que, em algumas inflorescências, as flores femininas se abrem antes das masculinas, evidenciando uma falta de sincronia de florescimento para *J. curcas*.

Esses resultados tão diferenciados ressaltam a necessidade de estudos sobre a cultura em diferentes regiões.

A taxa de formação de frutos por autopolinização (41,17%) foi inferior aos demais tratamentos, exceto anemofilia 1 e apomixia, diferindo estatisticamente de todos os tratamentos, exceto da anemofilia 2.

A baixa ou alta taxa de formação de frutos por autopolinização de cada espécie pode ser influenciada pela presença de mecanismo de autoincompatibilidade e, ainda, pelo fato de que certas inflorescências não

tolerarem o isolamento realizado pelos sacos de papel, utilizados no ensacamento das flores (WERPACHOWSKI e outros, 2004). No entanto, o pinhão manso não apresentou nenhum mecanismo de autoincompatibilidade e não foi observada nenhuma alteração visual nas flores ensacadas. Estes resultados sugerem que *J. curcas* é autocompatível nas condições avaliadas, todavia, dependente de polinizadores para que ocorra uma maior frutificação. Esse fato é justificado pela taxa de formação de frutos por autopolinização espontânea, que foi menor que os demais tratamentos envolvendo vetores de pólen.

O vento não apresentou destaque como agente polinizador para o pinhão manso, pois os tratamentos de polinização anemofílica, tanto das inflorescências onde foram retiradas as flores masculinas (6,06%) quanto das inflorescências completas (45,55%), apresentaram menor produção de frutos que os tratamentos de polinização onde atuava um vetor biótico de pólen (geitonogamia 1, geitonogamia 2, xenogamia) (Tabela 2). A presença de diferenças significativas entre estes tratamentos permite inferir que a polinização realizada pelo vento em *J. curcas* é menor do que aquela desempenhada por agentes bióticos (insetos). Santos e outros (2005) observaram que, em duas outras espécies de *Jatropha*, no nordeste brasileiro também não ocorre a polinização pelo vento. Algumas características como anteras pequenas, pequena quantidade de pólen por antera e presença de *pollenkitt* nos grãos (substância que auxilia na aderência dos grãos aos polinizadores) indicam uma polinização realizada por insetos (GRIMALDI e ENGEL, 2005). Estas características do grão de pólen ainda são desconhecidas para o pinhão manso, necessitando, portanto, de pesquisas para sua confirmação. No entanto, pelos testes realizados no presente trabalho, pode-se inferir que a polinização entomófila desempenha um importante papel na polinização desta cultura. Assim, a maior parte da polinização em *J. curcas* é realizada por vetores bióticos, os quais, ao buscar os recursos florais, espalham os grãos de pólen com

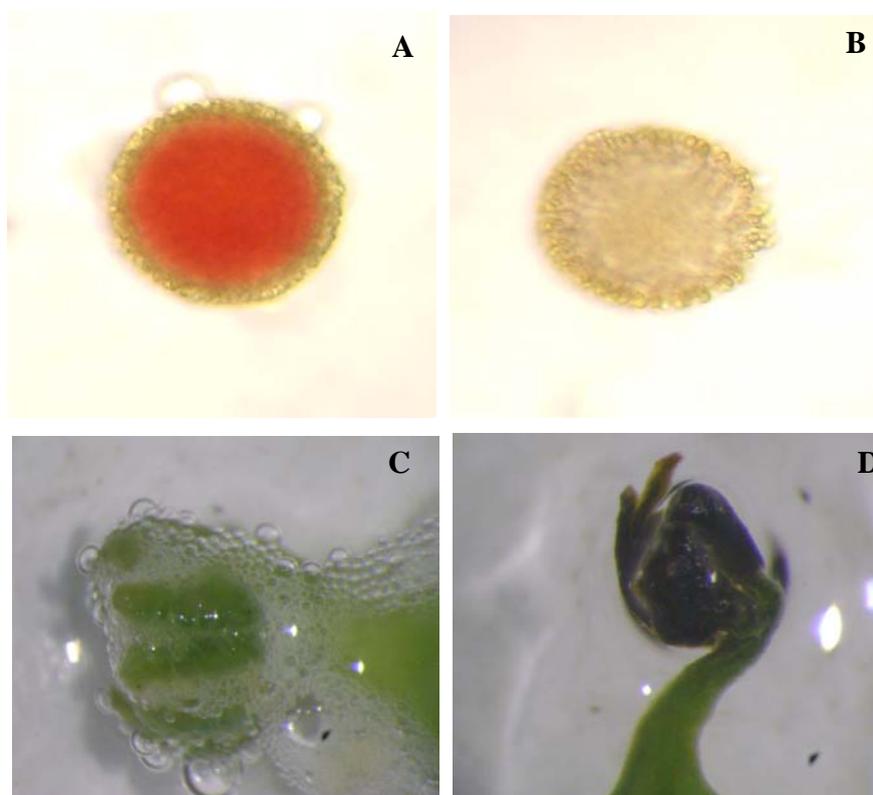
maior frequência e em maiores distâncias. Ainda, de acordo com Ostrorog e Barbosa (2009), características florais como a presença de néctar, que será abordado posteriormente, indicam a necessidade de agentes polinizadores bióticos para a cultura.

Diferentemente dos trabalhos realizados na Índia por Bhattacharya e outros (2005) e em Minas Gerais por Juhász e outros (2009), que estimaram 32,00% e 5,00% de apomixia, não foi verificada a formação de frutos por meio deste mecanismo de reprodução no presente trabalho. Em trabalhos realizados por Santos e outros (2005) com outras duas espécies de *Jatropha*, no nordeste brasileiro também não foi verificada a ocorrência de apomixia. Este é um método geneticamente controlado de reprodução em plantas, nas quais o embrião desenvolve-se a partir de divisões mitóticas de células do óvulo, acontecendo a formação de sementes férteis, sem que haja, portanto, a união do gameta feminino e o masculino (GAUER e outros, 2001). Logo, esta característica, provavelmente, esteja relacionada à origem genética do material cultivado.

Para testar se havia deficiência de polinizadores na cultura do pinhão manso, o tratamento controle (livre polinização) foi comparado ao tratamento de xenogamia. Observando-se 100,00% e 95,00%, respectivamente, de formação de frutos, não havendo diferença significativa entre estes dois tratamentos. Portanto, os agentes polinizadores atuantes sobre a cultura para as condições locais desempenham eficientemente o seu papel polinizador, não necessitando de polinização artificial para promover ou aumentar a produção de frutos.

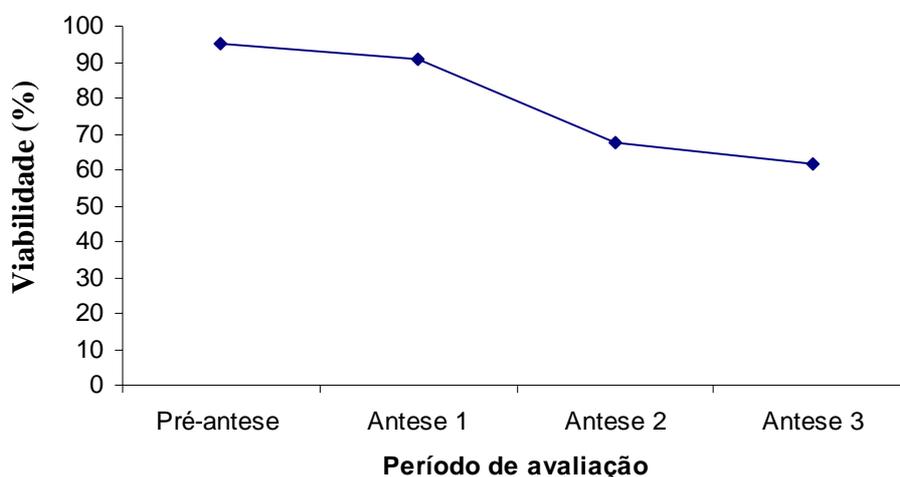
#### 4.3 Viabilidade dos grãos de pólen e receptividade do estigma.

Os grãos de pólen viáveis se apresentaram circulares e coloridos pelo carmim acético, enquanto os grãos não viáveis apresentaram com menor tamanho, formato irregular e coloração acinzentada (Figura 3 A e B).



**Figura 3 – Viabilidade polínica e receptividade estigmática do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.): grão de pólen viável (A), grão de pólen inviável (B), estigma receptível (C) e estigma não receptível (D). Vitória da Conquista – BA, dezembro de 2010.**

Durante os três dias de avaliação dos grãos de pólen, foi observado que não houve diferença significativa com relação à viabilidade polínica ( $F=1,08$ , ns) (Figura 4). Assim, a probabilidade de que o grão de pólen retirado da antera seja viável é a mesma para os três dias de avaliação. No quarto dia de antese floral, as anteras já se encontravam secas, não sendo possível a retirada dos grãos de pólen para realização do teste de viabilidade.

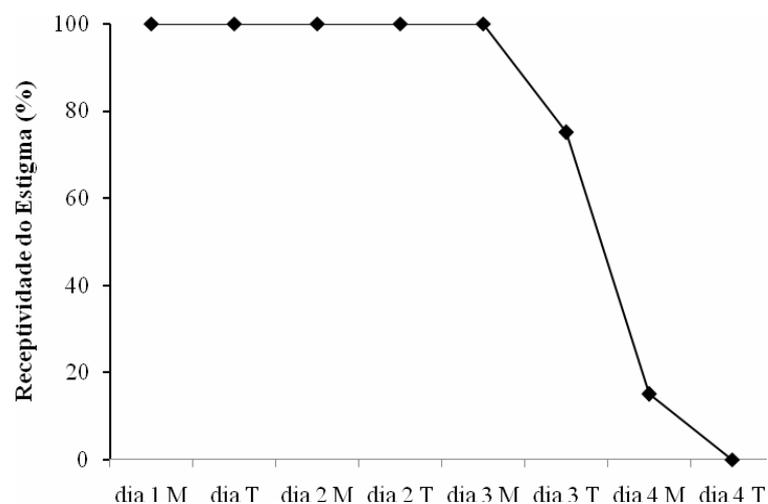


**Figura 4 – Viabilidade dos grãos de pólen do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes períodos de avaliação: pré-antese, final de primeiro dia de antese (antese 1), final do segundo dia de antese (antese 2) e final de terceiro dia de antese (antese 3). Vitória da Conquista - BA. Novembro a dezembro de 2010.**

Considerando que 80% da antese floral masculina ocorreu entre 8:00h e 10:00h da manhã, pôde se notar que, até cerca de 56 horas após a antese floral, foi encontrado pólen viável nas anteras, mesmo que em proporções menores. Na China, Kun e outros (2007) verificaram que a viabilidade polínica foi maior nas

primeiras nove horas de antese floral, e que essa viabilidade diminuiu com o tempo, podendo encontrar pólen viável até 48 horas após a abertura das flores.

Todos os estigmas das flores avaliadas (N= 20) se encontraram prontamente receptíveis após antese floral e se mantiveram assim por três dias, diminuindo drasticamente a receptividade no quarto dia ( $\chi^2= 129,83$ ;  $p<0,0001$ ) (Figura 5). As flores femininas não polinizadas murchavam gradativamente e caíam após esse período. Em três das 20 flores avaliadas, a receptividade estigmática se prolongou até o quarto dia da antese, podendo ser visualizada a formação de pequenas bolhas, quando na presença de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) (Figura 3 C), enquanto que nos estigmas não receptivos, não havia a formação destas bolhas na presença de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) (Figura 3 D).



**Figura 5 – Receptividade do estigma do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes períodos de avaliação: primeiro dia pela manhã (dia 1 M), primeiro dia pela tarde (dia 1 T), segundo dia pela manhã (dia 2 M), segundo dia pela tarde (dia 2 T), terceiro dia pela manhã (dia 3 M), terceiro dia pela tarde (dia 3 T), quarto dia pela manhã (dia 4 M), quarto dia pela tarde (dia 4 T). Vitória da Conquista - BA. Novembro a dezembro de 2010.**

#### 4.4 Recompensas do pinhão manso oferecidas aos visitantes

##### 4.4.1 Néctar

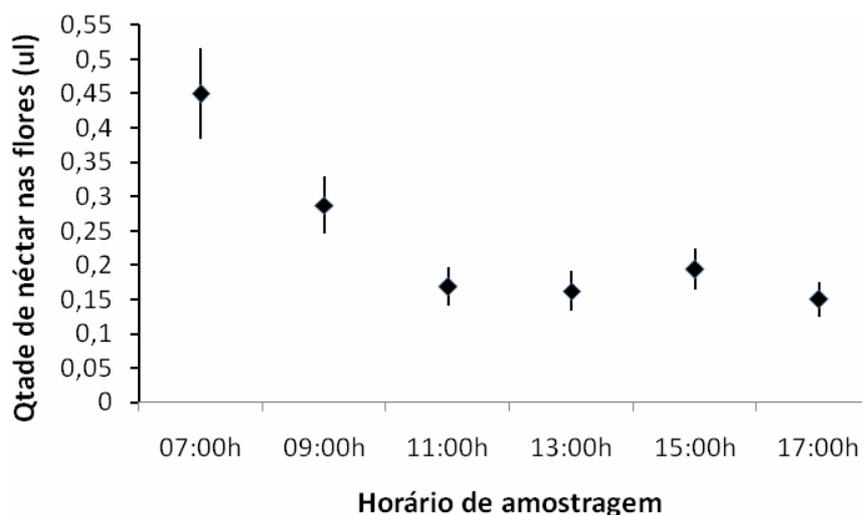
Na avaliação da quantidade de néctar nas flores do pinhão manso, quando considerados os quatro dias consecutivos, observou-se uma diferença significativa entre a quantidade de néctar e os horários de mensuração ( $F=8,68$ ;  $p<0,0001$ ), sendo que houve uma queda ao longo do tempo, sendo maior nas primeiras horas de antese floral (Tabela 3) (Figura 6). Assim, a atratividade das flores do pinhão manso aos visitantes florais pode variar entre os horários do dia.

**Tabela 3 – Quantidade média de néctar coletado ( $\mu\text{L}$ ) em função do horário de avaliação: 7:00h, 9:00h, 11:00h, 13:00h, 15:00h e 17:00h. Vitória da Conquista – BA, novembro a dezembro de 2010.**

	7:00h	09:00h	11:00h	13:00h	15:00h	17:00h
média	0,45a	0,29b	0,17c	0,16c	0,19c	0,15c

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Como as flores permanecem abertas por quatro dias, provavelmente, tenha havido um acúmulo de néctar durante a noite. Esse néctar disponibilizado à noite pode estar relacionado à atratividade de polinizadores noturnos. Segundo Dehgan e Webster (1979), citados por Santos e outros (2005), *J. curcas* pode ser polinizada por mariposas noturnas devido à presença de flores brancas esverdeadas, anteras versáteis, órgãos sexuais projetados e, principalmente, pelo forte e adocicado perfume exalado à noite. No entanto, para o presente trabalho, as flores permaneciam todo tempo isoladas dos visitantes, promovendo, assim, um acúmulo de néctar no período noturno.



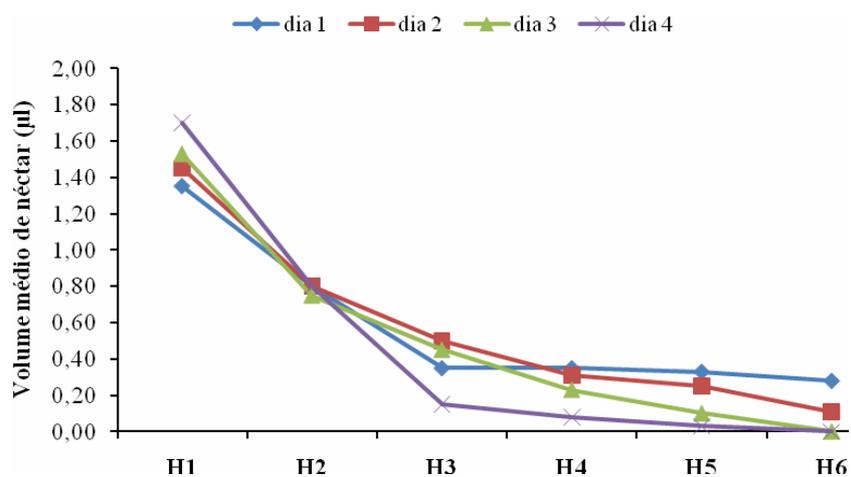
**Figura 6 - Coleta de néctar em flores femininas na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes dias de antese e horários de amostragem durante todo o seu período de antese floral. Vitória da Conquista - BA, novembro a dezembro de 2010.**

Considerando a produção de néctar na segunda avaliação, que consistiu na mensuração de flores em diferentes dias de antese, nos mesmos horários da primeira avaliação, pôde-se observar uma diferença significativa na quantidade de néctar presente nas flores, nas diferentes faixas de horário (07:00h –  $F=3,71$ ;  $p<0,015$ ; 11:00h –  $F=7,58$ ;  $p<0,0003$ ; 13:00 –  $F=4,29$ ;  $p<0,0078$ ; 15:00h –  $F=6,39$ ;  $p<0,0009$ ; 17:00h –  $F=12,41$ ;  $p<0,0001$ ). Apenas no segundo horário essa diferença não foi significativa (09:00h –  $F=0,12$ , ns) (Tabela 4) (Figura 7).

**Tabela 4. Quantidade média de néctar ( $\mu\text{L}$ ) disponibilizada pelas flores de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), em dias individuais de amostragem.**

	7:00h	09:00h	11:00h	13:00h	15:00h	17:00h
Dia 1	1,35a	0,80a	0,35a	0,35a	0,33a	0,28a
Dia 2	1,45a	0,80a	0,50a	0,31a	0,25a	0,11b
Dia 3	1,53ab	0,75a	0,45ab	0,23a	0,10b	0c
Dia 4	1,70a	0,80a	0,15c	0,08b	0,03b	0c

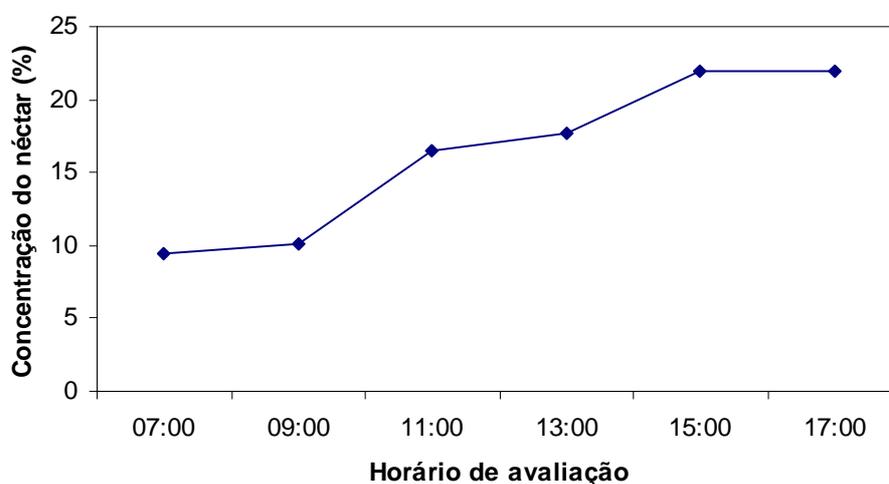
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.



**Figura 7 - Coleta de néctar em flores femininas na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes horários de amostragem no segundo, no terceiro e no quarto dia de antese floral. Vitória da Conquista, BA, novembro a dezembro de 2010.**

A concentração média de açúcar no néctar foi de 16,30%, as maiores concentrações foram encontradas nos últimos horários de avaliação, com média

de 22,00% (Figura 8). Santos e outros (2005) relataram em outras duas espécies do gênero *Jatropha* concentrações de açúcares no néctar um pouco maiores que no presente trabalho, naquele trabalho as concentrações foram de 26,00% a 32,00% em *J. mutabilis* e 20,00% a 28,00% em *J. mollissima*. Ainda segundo esses autores, após a redução da quantidade de néctar disponível, há um aumento na concentração de açúcares, semelhante aos dados observados neste trabalho.



**Figura 8 - Concentração de açúcar no néctar do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes horários de avaliação. Vitória da Conquista – BA, novembro a dezembro de 2010.**

Vieira e Mendes (2007), trabalhando com *Hibiscus rosa-sinensis*, verificaram que a concentração de açúcar do néctar está sujeita a alterações de fatores internos e externos ao longo do dia, apresentando normalmente valores mais baixos pela manhã e com o avançar do dia esse néctar pode duplicar e até mesmo triplicar a sua concentração. Segundo este mesmo autor, essa variação na concentração de açúcar do néctar de uma planta, ao longo do dia, pode

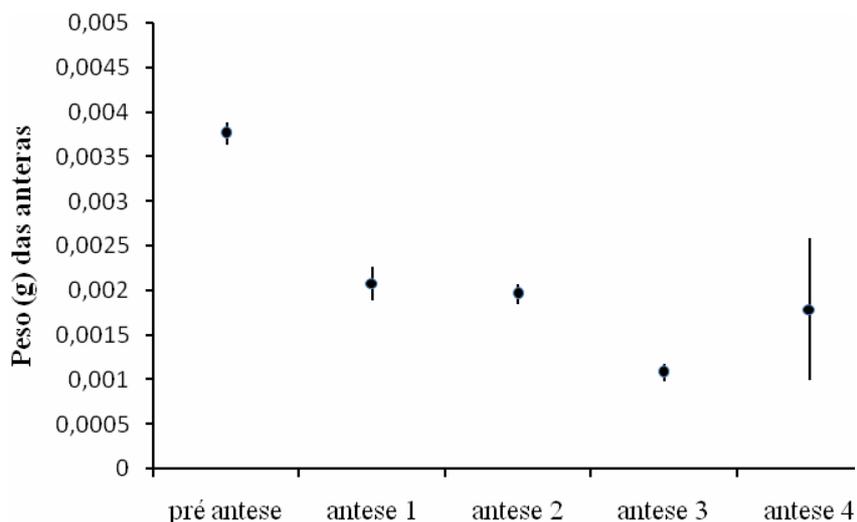
influenciar na frequência dos visitantes florais. Para Proctor e outros (1996), a concentração de açúcares no néctar também pode variar entre as espécies de plantas, sendo geralmente relacionada à classe de animais que as visitam.

Segundo Baker (1975), citado por Santos e outros (2005), as concentrações de açúcares no néctar variam entre 16% e 50% em espécies melitófilas, entre 13% e 30% nas espécies ornitófilas e entre 13% a 44% nas espécies psicófilas. A concentração de açúcares no néctar em *J. curcas* inclui todas essas classes de polinizadores, no entanto, estudos posteriores são necessários para verificação da polinização ornitófilas e psicófilas.

#### **4.4.2 Pólen**

O peso das anteras diferiu entre os dias avaliados ( $F=6,82$ ;  $p<0,0004$ ), sendo apenas o peso das anteras verificado na pré-antese diferente dos demais (Figura 9). As abelhas encontram o estigma receptivo e pólen viável pelo menos nos três dias de abertura floral, no entanto, os resultados com o peso das anteras sugerem que elas exploram este recurso mais intensamente no primeiro dia de antese.

Silva e outros (2005) verificaram que abelhas visitantes florais de *Tibouchina pulchra* demonstraram preferência por flores do primeiro dia de antese floral.



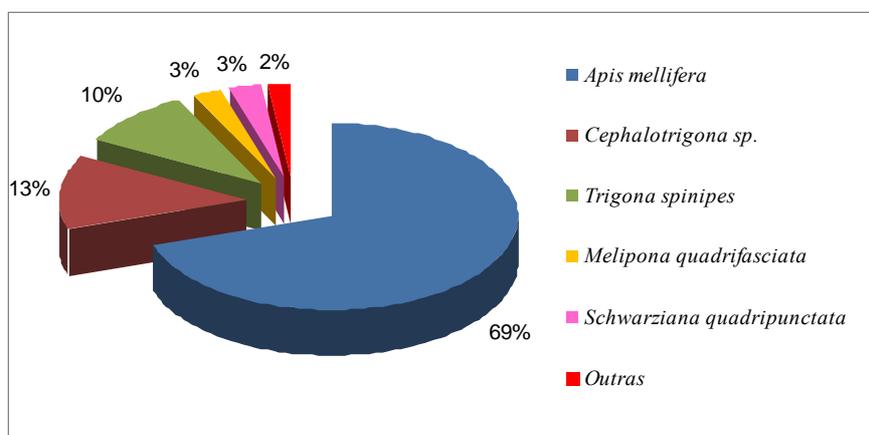
**Figura 9 -** Peso das anteras do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes períodos de avaliação: pré-antese, final de primeiro dia de antese (antese 1), final do segundo dia de antese (antese 2) e final de terceiro dia de antese (antese 3). Vitória da Conquista – BA, novembro a dezembro de 2010.

#### 4.5 Abelhas polinizadoras

Capturou-se um total de 520 espécimes de abelhas sobre as flores de pinhão manso, com uma riqueza de 12 espécies, considerando os três períodos de floração. As abelhas coletadas pertencem a duas subfamílias: Apinae: *Apis mellifera*, *Cephalotrigona* sp., *Friseomelita* sp., *Melipona quadrifasciata*, *Schwarziana quadripunctata* e *Trigona spinipes*; Halictinae: *Augochlora* sp., *Augochloropsis* sp.1, *Augochloropsis* sp.2, *Augochloropsis* sp.3, *Augochloropsis* sp.4 e *Augochloropsis* sp.5 (Tabela 5). A espécie mais abundante foi *A. mellifera* (364 indivíduos), única espécie considerada constante e dominante. Diversos são os estudos que citam *A. mellifera* como espécie mais abundante em cultivos agrícolas como: café (MALERBO-SOUZA e outros, 2003b), urucum (COSTA

et al., 2008), laranja e tangerina (GUIMARÃES, 2006), couve-brócoli (*Brassica oleracea* L.) (MINUSSI e SANTOS, 2007), algodão (CARDOSO e outros, 2007) e mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.) (SEVERINO, 2007).

*Cephalotrigona* sp. (67 indivíduos) e *T. spinipes* (52 indivíduos) foram, respectivamente, a segunda e terceira espécies mais abundantes e classificadas como acessórias e não dominantes. Juntamente com *A. mellifera*, estas três espécies contribuíram com 92,9% do total de indivíduos coletados. As demais espécies foram de ocorrência acidental, contribuindo com poucos exemplares do total de indivíduos coletados, sendo *M. quadrifasciata* (3%), *Schwarziana quadripunctata* (3%), e *Augochlora* sp., *Augochloropsis* sp.1, *Augochloropsis* sp.2, *Augochloropsis* sp.3, *Augochloropsis* sp.4 e *Augochloropsis* sp.5 juntas (2%) (Figura 10).



**Figura 10** – Frequência de abelhas coletadas em flores de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante todo o seu período de antese floral. Vitória da Conquista – BA., novembro de 2009 a dezembro de 2010.

**Tabela 5 - Análise faunística das abelhas visitantes das flores de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). N: número total de indivíduos; F: frequência relativa; C: constância, sendo constante (W), acessória (Y) e acidental (Z); D: dominância, sendo dominante (D) e não dominante (Nd). Vitória da Conquista – BA, novembro de 2009 a dezembro de 2010.**

<b>Família</b>	<b>Subfamília</b>	<b>Espécie</b>	<b>N</b>	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
		<i>Apis mellifera</i>	364	0,6986	W	D
		<i>Cephalotrigona</i> sp.	67	0,1286	Y	Nd
	Apinae	<i>Frieseomelitta</i> sp.	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Melipona quadrifasciata</i>	14	0,0269	Z	Nd
		<i>Schwarziana quadripunctata</i>	14	0,0269	Z	Nd
		<i>Trigona spinipes</i>	52	0,0998	Y	Nd
		<i>Augochlora</i> sp	1	0,0019	Z	Nd
Apidae		<i>Augochloropsis</i> sp1	2	0,0038	Z	Nd
	Halictinae	<i>Augochloropsis</i> sp2	2	0,0038	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp3	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp4	1	0,0019	Z	Nd
		<i>Augochloropsis</i> sp5	2	0,0038	Z	Nd
		<b>Total</b>	<b>521</b>			

Miranda (2009), estudando *M. quadrifasciata* em um fragmento florestal da Universidade Federal de Viçosa, verificou preferência para coleta de recursos em plantas das famílias Melastomataceae, Leguminosae, Myrtaceae e Solanaceae, sendo Melastomataceae e Leguminosae as principais. No pinhão manso, indivíduos dessa espécie não foram observados, coletando somente pólen, o que sugere uma não preferência desse recurso por essas abelhas. Provavelmente, os indivíduos *M. quadrifasciata* tenham sido atraídos pela fonte de néctar das flores de pinhão manso.

De ocorrência rara, com apenas nove indivíduos coletados, é provável que as abelhas dos gêneros *Augochlora* e *Augochloropsis* não apresentem influência significativa na polinização do pinhão manso. Fato semelhante

ocorreu com a espécie *S. quadripunctata*, com apenas 14 indivíduos observados, não desempenhando, provavelmente, um papel de polinizador na cultura do pinhão manso, para as condições da área de estudos (Tabela 5).

A riqueza de espécies de abelhas coletadas no pinhão manso foi relativamente baixa, quando comparada a outras culturas agrícolas: Morgado e outros (2002) coletaram 46 espécies em girassol, em Lavras – MG; Costa (2005) registrou 22 espécies em lavouras, no Campus da UESB em Vitória da Conquista – BA; e Guimarães (2006) coletou 17 espécies em goiaba e 20 espécies em tangerina, em Salinas - MG. No entanto, foi semelhante aos trabalhos realizados por Carvalho e outros (2001) em *Solanum palinacanthum* Dunal, em Cruz das Almas-BA, e por Santana e outros (2002) em *Phaseolus vulgaris*, em Lavras-MG, que registraram, respectivamente, 14 e 13 espécies de abelhas nestas culturas. Santos e outros (2005) coletaram quatro espécies em *Jatropha mutabilis* (Pohl) e três espécies em *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. Entretanto, não foram encontrados na literatura dados comparativos para a espécie *Jatropha curcas*.

O campo de estudo apresenta vegetação nativa formada por floresta estacional semi-decidual, também conhecida como “mata de cipó”, em três das quatro áreas ao redor, as quais poderiam atuar como áreas de abrigo para as abelhas polinizadoras do pinhão manso. No entanto, faz-se necessário uma comparação da diversidade de abelhas desta área com as espécies coletadas no pinhão manso, para a confirmação desta hipótese.

O índice de Shannon que estima a diversidade das abelhas foi relativamente baixo (1,05), indicando uma baixa diversidade de indivíduos coletados, e o índice de equitatividade, que está relacionado ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies (SOUTHWOOD, 1978), também foi baixo (0,42), revelando uma distribuição desproporcional dos indivíduos entre as espécies coletadas, ou seja, poucas espécies contribuíram com um

número maior de indivíduos coletados, enquanto que várias espécies contribuíram com número menor de indivíduos, sendo que 58,33 % dessas espécies tiveram apenas um ou dois indivíduos coletados (Tabela 5). Provavelmente, esses valores estão relacionados à abundância de *A. mellifera*, pois esta espécie foi duas vezes mais abundante que todas as demais espécies somadas. Santos e outros (2008) citam *A. mellifera* com uma das espécies mais abundantes dentre os himenópteros que visitaram as flores de pinhão manso no Campus da Universidade Federal do Estado de Sergipe.

De hábito generalista e colônias numerosas, *A. mellifera* é uma espécie exótica no Brasil, que compete diretamente com as espécies nativas na exploração dos recursos florais, apresentando domínio na estrutura de várias comunidades de abelhas já estudadas até o presente momento (AGUIAR e MARTINS, 2002; MALERBO-SOUZA e outros, 2003a; CARMO e FRANCESCHINELLI, 2002; MALERBO-SOUZA e outros, 2004; BIESMEIJER e SLAA, 2006; GAMITO e MALERBO-SOUZA, 2006).

Em trabalhos realizados em matas nativas, em diferentes biomas, o índice de diversidade de Shannon foi de 2,11% em áreas de caatinga a 4,48% em áreas de cerrado (PINHEIRO-MACHADO e outros, 2002). Em áreas cultivadas, principalmente com monocultivos, espera-se uma diminuição da diversidade em função da perda de recursos florais oferecidos (GUIMARÃES, 2006).

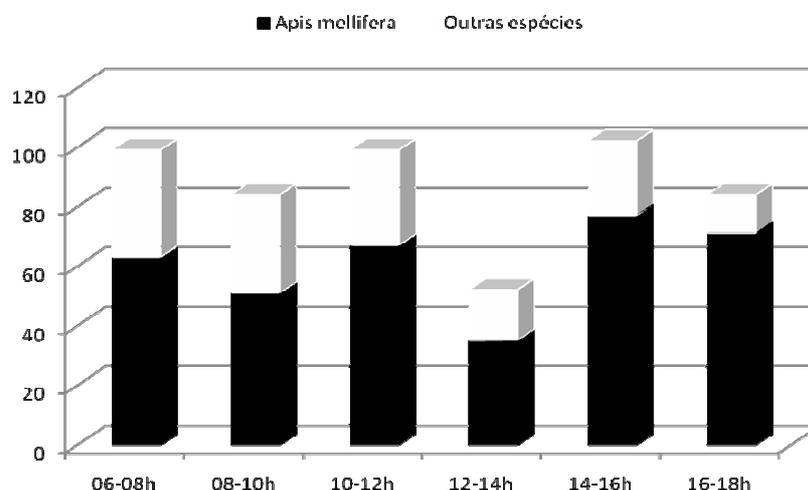
#### **4.5.1 Horário de coleta de abelhas**

Não foi observada diferença significativa em relação aos horários de coletas para a única espécie considerada constante e dominante *A. mellifera* ( $F=0,49$ , ns). Apenas foi verificado um leve declínio tanto para *A. mellifera* quanto para as demais abelhas no horário de 12:00h às 14:00h (Figura 11). Malerbo-Souza e outros (2003a), trabalhando com atrativo para *A. mellifera*,

observaram que a atividade destas abelhas foi crescente até às 12:00h, diminuindo logo em seguida. Já Jesus e outros (2007), em área de cerrado, observaram uma maior atividade entre os horários de 8:00h-10:00h e 12:00h-14:00h, com diminuição da atividade desta espécie entre 10:00h e 12:00h. Estudos realizados com *T. spinipes* por Oliveira e outros (2008) mostraram que o horário de maior atividade dessas abelhas ocorre no período da manhã, semelhante a esse resultado Boiça Jr. e outros (2004) verificaram que, em maracujá amarelo, a maior ocorrência de visitação de trigonas ocorreu entre 9:00h e 12:00h. Michener (1974) observou em abelhas sem ferrão que temperaturas mais elevadas fazem com que haja uma diminuição das atividades externas da colméia e induza as operárias ao comportamento de ventilação da colônia, o que justificaria uma baixa atividade neste período. Os resultados deste trabalho evidenciaram uma baixa presença de meliponídeos nas coletas, o que inviabiliza avaliações mais conclusivas sobre o período de forrageamento para este grupo.

O teste de sobreposição de nicho de Pianka (KREBS, 1999) foi de 0,93 entre *A. mellifera* e as demais espécies, indicando que as demais espécies de abelhas forrageiam mesmo na presença de *A. mellifera* e que não houve um aumento na presença destas espécies, quando *A. mellifera* teve uma queda entre 12:00h e 14:00h (Figura 11).

Apesar de as flores terem recebido visitação das abelhas ao longo de todo o dia, o período matutino parece ser o mais importante para polinização, uma vez que a antese das flores ocorreu somente no período da manhã, principalmente entre 7:00h e 11:00h.



**Figura 11** - Coleta de abelhas em flores na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função dos diferentes horários de amostragem. Vitória da Conquista – BA, novembro de 2009 a dezembro de 2010.

#### **4.5.2 Comportamento de forrageamento dos visitantes florais - *Apis mellifera*, *Trigona spinipes* e *Cephalotrigona* sp.**

Com um total de 364 indivíduos coletados, *A. mellifera* iniciou suas visitas antes das 6:00 h, pois, no início das coletas (6:00 h), estes agentes já se encontravam coletando recursos sobre as flores do pinhão manso, abertas desde a véspera. Estas abelhas se aproximam das flores frontalmente e pousam diretamente sobre as pétalas, permanecendo em média seis segundos em cada inflorescência, onde visitavam várias flores, coletando néctar, pólen ou ambos os recursos (Tabela 6). Ao coletarem néctar, introduziam a cabeça no interior das flores em busca das glândulas de néctar (nectários), que ficam no interior tanto das flores masculinas quanto das femininas. Esse movimento permite o transporte de pólen das anteras que entram em contato com o corpo das abelhas ao visitarem a flores masculinas até o estigma da flor feminina. Ao coletarem

pólen, elas pousavam sobre as pétalas das flores e retiravam o pólen das anteras com as pernas anteriores, transferindo-o para as corbículas nas pernas posteriores num vôo pairado sobre a inflorescência. Esse movimento era repetido por diversas vezes sobre cada inflorescência, onde visitavam várias flores. Portanto, *A. mellifera* pode ser considerada um potencial polinizador de *J. curcas*, pois, em grande parte de suas visitas, tocavam tanto a antera da flor masculina quanto o estigma da flor feminina. Santos e outros (2005) também consideraram *A. mellifera* como efetiva polinizadora de *J. curcas*, entretanto, para *J. mutabilis*, não foram consideradas potenciais polinizadores, pois dificilmente entravam em contato com o estigma durante as visitas às flores femininas.

Com relação ao tempo gasto nas visitas às inflorescências, a análise de variância revelou uma diferença significativa entre três espécies avaliadas ( $F=28,44$ ;  $P<0,00001$ ). *T. spinipes* e *Cephalotrigona* sp. foram as espécies que mais tempo gastaram para coletar os recursos florais, em média 13 e 14 segundos, respectivamente (Tabela 6).

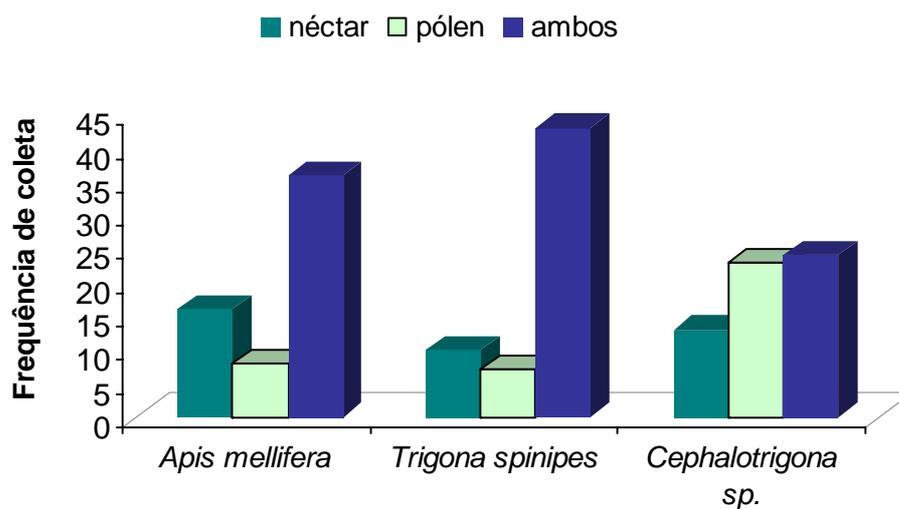
**Tabela 6 - Tempo médio de permanência das principais abelhas sobre as inflorescências e recurso floral coletado nas flores de pinhão manso (*J. curcas* L.) em Vitória da Conquista - BA. Novembro de 2009 a dezembro de 2010.**

Espécie	Tempo (média)	Material coletado (%)		
		Pólen	Néctar	Ambos
<i>Apis mellifera</i>	6,17 a	13,35	28,35	60
<i>Trigona spinipes</i>	13,20 b	18,35	16,65	65
<i>Cephalotrigona</i> sp.	14,47 b	36,65	21,65	41,65

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

Para Free (1993), quanto maior o tempo gasto pelos visitantes em cada flor, maior é a probabilidade destes promoverem a sua polinização.

Na coleta dos recursos florais, foi verificado um comportamento semelhante entre as espécies *A. mellifera* e *T. spinipes* ( $X^2 = 19,47$ ;  $p < 0,0006$ ), das quais 60% e 65% das campeiras de *A. mellifera* e *T. spinipes*, respectivamente, coletavam ambos os recursos (pólen e néctar) em suas visitas ao pinhão manso. Todavia, ambas diferiram do comportamento de *Cephalotrigona* sp. (*A. mellifera* -  $X^2 = 9,97$ ;  $p < 0,0007$ ; *T. spinipes* -  $X^2 = 14,31$ ;  $p < 0,0007$ ), com apenas 41,65% das campeiras, coletando ambos os recursos. Com isso, pode ser verificado que o comportamento de *A. mellifera* e *T. spinipes* é de coletar tanto néctar quanto pólen, na mesma visita, enquanto que *Cephalotrigona* sp. coleta aleatoriamente néctar ou pólen, ou ambos (Figura 12).



**Figura 12 - Coleta de recursos florais (néctar e pólen) pelas abelhas na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da espécie de abelha. Vitória da Conquista – BA, novembro a dezembro de 2010.**

*Trigona spinipes* e *Cephalotrigona* sp. iniciaram suas coletas entre 6:00 e 7:00h. Sua abundância foi bem menor que *A. mellifera*, sendo 9,98 % dos indivíduos de *T. spinipes* e 12,86% de *Cephalotrigona* sp. coletados nos

períodos de amostragem. Estas abelhas também coletavam néctar, pólen ou ambos os recursos (Figura 12). *T. spinipes* é considerada como polinizadora em várias culturas (CARDOSO e outros, 2007; MALAGODI-BRAGA e KLEINERT, 2007; OLIVEIRA e outros, 2008), a qual, juntamente com *A. mellifera*, muitas vezes, se destaca por sua abundância (MORGADO e outros, 2002).

Tanto *T. spinipes* quanto *Cephalotrigona* sp. se mostraram como potenciais polinizadores para *J. curcas*, pois coletavam tanto pólen e néctar como ambos os recursos (Figura 12). Como as *A. mellifera*, estas abelhas introduziam parte do corpo nas flores, em busca dos nectários, transportando os grãos de pólen das anteras para o estigma das flores, promovendo, assim, a polinização desta cultura.

Não foi observado a ocorrência de competição pela mesma flor no campo de estudo, mesmo entre as abelhas mais abundantes como *A. mellifera*, *Cephalotrigona* sp. e *T. spinipes*. A possibilidade de existirem outras fontes de alimento próximas ao campo de estudo pode ter contribuído para ausência de competição pelas flores do pinhão manso, visto que o período de florescimento desta cultura coincide com o período das chuvas regionais, havendo, portanto, outros recursos florais nas proximidades do campo experimental.

Com relação aos demais materiais coletados, foi verificado apenas um caso isolado de *T. spinipes* raspando os frutos para coleta de resina (Figura 13). Esta espécie é considerada praga em diversas culturas, pois, além de realizar a pilhagem, extraindo os recursos florais (néctar e pólen) sem a realização da polinização, perfuram algumas estruturas das plantas em busca de resina e tecido vegetal para construção de seus ninhos (GALLO e outros, 2002; BOIÇA JR e outros, 2004; AZEREDO e outros, 2006).



**Figura 13**–*Trigona spinipes* raspando frutos do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).  
Vitória da Conquista – BA, dezembro de 2010.

## 5 CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos com estes estudos a respeito do pinhão manso em Vitória da Conquista, pode-se obter as seguintes conclusões:

- O florescimento do pinhão manso pode variar em função da região de ocorrência;
- Ocorre alta percentagem de formação de frutos em pinhão manso por geitonogamia 1, geitonogamia 2 e por xenogamia;
- A polinização das flores do pinhão manso depende de vetores biológicos;
- Não há deficiência de polinizadores no pinhão manso na área de estudo;
- A produção de néctar é maior nos primeiros dias e durante as primeiras horas do dia;
- O pólen das anteras é explorado mais intensamente nas primeiras horas de antese floral;
- A *Apis mellifera* destaca-se como visitante floral do pinhão manso, sendo considerada como constante, dominante e potencial polinizadora;
- A visitação das abelhas às flores de pinhão manso é constante ao longo do dia.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.19, p.101–116, 2002.
- ARAÚJO, M. M. **Melhoramento de plantas visando à produção de biodiesel**, 2007. Disponível em:  
<<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/2007/Resumo.pdf>>. Acesso em: 07 de fev. de 2011.
- ARRUDA, F. P.; Beltrão, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v. 8, p.789-799, 2004.
- AZEREDO, E. H. de; LIMA, E.; CASSINO, P. C. R. Ocorrência de *Trigona spinipes* (Fabr., 1793) (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae) em resposta à fatores climáticos e doses de nitrogênio e potássio em duas cultivares de batateira. *Revista da Universidade Rural*. Serie Ciências da Vida, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p.10-23, 2006.
- BAHIABIO - **Rede Baiana de Biocombustíveis**. 2007. Disponível em:  
<<http://www.rbb.ba.gov.br>>. Acesso em: 29 de dez. de 2010.
- BELTRÃO, N. E. M. e outros. **Recomendação técnica sobre o plantio de pinhão manso no Brasil**. Embrapa, 2007.
- BRENHA, J.A.M.; PAIVA NETO, V.B.; **Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. (EUPHORBIACEAE) no município de Chapadão do Sul-MS**. 2009. Disponível em:  
<http://www.propp.ufms.br/gestor/titan.php?target=openFile&fileId=497>. Acesso em 03 de fev. de 2011.
- BHATTACHARYA, A.; DATTA, K.; DATTA, S.K. Floral biology, floral resource constraints and pollination limitation in *Jatropha curcas* L. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.8, n.3, p.456-460, 2005.
- BIESMEIJER, J.C. e SLAA, E. J. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. *Apidologie* v.37, p.240-258, 2006.

BILICH, F. E SILVA, R. **Análise do potencial brasileiro na produção de biodiesel**. Disponível em: [http://bdtd.ufal.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=538](http://bdtd.ufal.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=538). Acesso em 29 de Dez. de 2010.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. *Neotropical Entomology*, Piracicaba, v. 33, n. 2, p. 135-139. 2004.

CARDOSO, C.F.; PIRES, C ; PIRES, C. S. S. ; FONTES, E. M. G. ; SILVEIRA, F.A; SUJII, E. R. . Principais polinizadores de *Gossypium hirsutum latifolium* cv. Delta Opal (Malvaceae), em uma localidade do Distrito Federal, BRASIL. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007 (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº113**).

CARMÉLIO, E. C. **Considerações sobre o vínculo do pinhão manso à agricultura familiar**. 2006. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/>. Acesso em: 20 de mar. de 2009.

CARMO, R.M.; FRANCESCHINELLI, E.V. Polinização e biologia floral de *Clusia arrudae* Planchon & Triana (Clusiaceae) na Serra da Calçada, município de Brumadinho, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, v.25, n.3, p.351-360, 2002.

CARNIELLI, F. **O combustível do futuro**. 2003. Disponível em: <http://www.riomudas.com.br/pinhao.htm>. Acesso em 15 de jul. de 2009.

CARVALHO, C. A. L.; MARQUES, O. M.; VIDAL, C. A.; NEVES, A. M. S. Comportamento forrageiro de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em flores de *Solanum palinacanthum* Dunal (Solanaceae). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Juiz de Fora, MG, v. 3, n. 1, p. 35-44, 2001.

CARVALHO, K.S.; SOUZA, A.L.B.; PEREIRA, M.S.; SAMPAIO, C.P.; DELABIE, J.H.C. Comunidade de formigas epígeas no ecótono Mata de Cipó, domínio da Mata Atlântica, BA, Brasil. *Acta Biológica Leopoldensia*, v.26,n.2, p.249-257, 2004.

CHANG-WEI, L.; KUN, L.; YOU, C.; YOUNG-YU, S. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. *Forestry Studies in China*, v.9, p.114-119, 2007.

COLLETI, A. J. ; DALLACORT, R. ; MARTINS, J. A. ; DALCHIAVON, F. C. Demanda hídrica da cultura do Pinhão Manso. **In: V Congresso Interno de Iniciação Científica**, 2009, Cáceres. V Congresso Interno de Iniciação Científica, 2009. v. CD-rom.

COSTA, A. J. C. **Abelhas visitantes das flores de urucum (*Bixa orellana* L.), em Vitória da Conquista-BA**. 55 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UESB, Vitória da Conquista, BA, 2005.

DAFNI, A; KEVAN, P.G; HUSBAND, D.C. **Practical pollination biology**. Ontario: Enviroquest Press, 2005.

DEHGAN, B. Phylogenetic significance of interspecific hybridization in *Jatropha* (Euphorbiaceae). **Systematic Botany**, Washington, v.9, n.4, p.467-478, 1984.

DNISSA, K.U.; PARAMATHMA, M. Studies on pollen viability and stigma receptivity in *Jatropha* species. In: PARAMATHMA, M.; ENKATACHALAM, P.; SAMPATHRAJAN, A. ***Jatropha* improvement, management and production of biodiesel**. Coimbatore: Tamil Nadu Agricultural University, p.85-95. 2007.

DRUMMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; RIBEIRO, M. **Pinhão-manso: Pesquisa da Embrapa avalia planta para a produção de biodiesel no semi-árido**. Disponível em: <[www.cpatsa.embrapa.br/noticias/noticia87.php](http://www.cpatsa.embrapa.br/noticias/noticia87.php)>. Acesso em 28 set. 2007.

EPAMIG/FINEP. Projeto Pinhão-manso: Relatório Final relativo ao 1º período encerrado a 31 de março de 1985. **In: EPAMIG**. Coletâneas sobre pinhão-manso na EPAMIG. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bBI1B9\\_kKqIJ](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bBI1B9_kKqIJ). Acesso em: 29 dez. 2010.

FAIRLESS, D. The little shrub that could – maybe. **Nature**, 449: 652-655, 2007.

FRANKEN, Y.J.; NIELSON, F. ***Jatropha* handbook**. In: FRANKEN, Y.I. (Ed. Téc). Plantação, criação e gestão, Eindhoven, Netherlands. Cap.2, 2009, p.3-21,

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

FREITAS, B. M.; PAXTON, R. J.; HOLANDA-NETO, J. P. Identifying pollinators among an array of flower visitor, and the case of inadequate cashew

pollination in NE Brazil. In: Kevan P e Imperatriz Fonseca VL (eds) **Pollinating Bees The Conservation Link Between Agriculture and Nature Ministry of Environment/Brasília**. P. 229-244. 2002.

GALLO, D.O.; NAKANO, S.S.; NETO, R.P.L.; CARVALHO, G.C.; BATISTA FILHO, E.B., J.R.P.; PARRA, R.A.; ZUCCHI, S.B.; ALVES, J.D.; VENDRAMIM, L.C.; MARCHINI, J.R.S. LOPES E C. OMOTO. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002. 920p.

GAMITO, L. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. Visitantes florais e produção de frutos em cultura da laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.28, n.4, p.483-488, 2006.

GAUER, L. ; CAVALLI-MOLINA, S ; ALBARUS, M.H. Variabilidade isoenzimática em progênies de biótipos apomíticos de *Paspalum dilatatum* (Poaceae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 799-904, 2001.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. Evolution of the insects. New York: Cambridge Press, 2005. 788p. HAMILTON, W. D. The genetic evolution of social behavior I. **Journal of Theoretical Biology**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 1964.

GUIMARÃES, R.A. **Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de goiaba (*Psidium guajava* L.), laranja (*Citrus sinensis* L.) e tangerina (*Citrus reticulata* B.) em pomares comerciais em Salinas – MG**. Dissertação Mestrado. Vitória da Conquista, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2006. 85p.

HELLER, J. Physic nut. *Jatropha curcas* L. **Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Disponível em:

<[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em 20 fev. de 2009.

JACCOBI, C. M. What pollinator dispersal studies can do for pollinator-crop systems. In: Kevan P e Imperatriz Fonseca VL (eds) **Pollinating Bees The Conservation Link Between Agriculture and Nature Ministry of Environment/Brasília**. p. 199-207. 2002.

JESUS, C.P., SILVA, F.M.A., ALBUQUERQUE, P.M.C. e RÊGO, M.M.C. Abelhas silvestres em uma área de cerrado, Balsas - MA: composição faunística e fenologia. **In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. SEB, Caxambu, p. 1-2. 2007.

JONGSCHAAP, R.E.E.; CORRÉ, W.J.; BINDRABAN, P.S.; RANDENBURG, W.A. **Claims and facts on *Jatropha curcas* L.** Wageningen: Plant Research International, 42p. 2007.

JUHÁSZ, A.C.P.; PIMENTA, S.; SOARES, B.O.; MORAIS, D.L.B.; RABELLO, H.O. Biologia floral e polinização artificial de pinhão-manso no norte de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.9, p.1073-1077, 2009.

KOHLHEPP, G. **Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil**. Estudos avançados. 2010, v.24, n.68, pp. 223-253. ISSN 0103-4010, 2010. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142010000100017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142010000100017&script=sci_arttext). Acesso em: 07 de fev. de 2011.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. 2nd ed. Addison – Welsey Educacional Publishers, 1999. 620p.

KUN, L.; WEI-LUN, Y.; CHANG-WEI, L. Breeding system and pollination ecology in *Jatropha curcas*. **Forest-esearch**, v.20, n.6, p.775-781, 2007.

LIMA, C.H.L.; ALMEIDA, H.J.S.; MEIRELES, F.H.S.; COSTA, M.; DOURADO, G.F.; SEREJO, J.S.; SALGADO, G.M. **Avaliação da produtividade do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) no primeiro ano de plantio no estado do Maranhão**. 2007. Disponível em <http://www.cpamn.embrapa.br/agrobioenergia/trabalhos/089.PDF>. Acesso em 06 de jul. de 2010.

LOPES, M.; FERREIRA, J.B.; SANTOS, G. Abelhas sem ferrão: a biodiversidade invisível. **Agricultura**, 2:7-9, 2005.

LUIZA, S.D.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; PINTO, M.S.C. As Abelhas Como Agentes Polinizadores. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, n.3, p.1695-7504, 2007.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. de M. P. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa duchesne*) influencia a formação dos frutos? **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 76-81, 2007.

MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO, R.H.; COUTO, L.A.  
Polinização em cultura de laranjeira (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio).  
**Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.40, n.4,  
p.237-242, 2003a.

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.

MALERBO-SOUZA, D.T.; NOGUEIRA-COUTO e TOLEDO, V.A.A.  
Abelhas visitantes da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção  
de frutos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v.6, n.1, p.1-4.  
2004.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato  
para o teste de germinação de sementes de pinhão manso. **Revista Ciência  
Agrotecnologia**, v. 32, n. 03, p. 863-868, 2008.

MATSUURA, M. I. DA S. F.; SILVA, G. A.; KULAY, L. A.; LAVIOLA, B. G.  
Inventário do ciclo de vida do pinhão manso destinado à produção de biodiesel.  
**In: 2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida em Produtos e  
Serviços**, 2010, Florianópolis. 2o Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de  
Vida de Produtos e Serviços ACV 2010, 2010.

MELO, G. A. R. e GONÇALVES, R. B. Higher-level bee classifications  
(Hymenoptera, Apoidea, Apidae *sensu lato*). **Revista Brasileira de  
Zoologia**. v. 22, n. 1, p. 153 – 159, 2005.

MELO, J. C.; BRANDER Jr, W.; CAMPOS, R.J.A.; **Avaliação preliminar do  
potencial do pinhão manso para a produção de biodiesel**. 2006. Disponível  
em: [http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/producao/ Preliminar20.pdf](http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/producao/Preliminar20.pdf), 2006. Acesso em 02 dez. de 2010.

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

MICHENER, C.D. **The Social Behavior of the Bees-A comparative study**.  
Cambridge, The Belknap Press, 404p. 1974. Disponível em:  
[http://books.google.com/books?id=aodrL\\_D-30C&printsec=frontcover&dq](http://books.google.com/books?id=aodrL_D-30C&printsec=frontcover&dq).  
Acesso em 28 de jan. de 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pollinating bees. The conservation link between agriculture and nature.** KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Eds). 2a. ed. Brasília, MMA, 2006.

MINUSSI, L. C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. **Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae).** *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 58-62, Nov. 2007.

MIRANDA A.S.; LUZ, C.F.P.; CAMPOS, L.A.O.; Quais as plantas poliníferas visitadas por *Melipona quadrifasciata* na região de Viçosa - MG? **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço-MG

MORGADO, L.N.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B.; SANTANA, M.P.L. Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.26, n.6, p.1167-1177, 2002.

NEVES, E.L. **Polinização de espécies nativas da Caatinga e o papel da abelha exótica *Apis mellifera* L.** Tese de doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2008.

NOGUEIRA-NETO, P. Management of plants to maintain and study pollinating bee species, and also to protect vertebrate frugivorous fauna. In: Kevan P e Imperatriz Fonseca VL (eds) **Pollinating Bees The Conservation Link Between Agriculture and Nature Ministry of Environment/Brasília**. P. 21-28. 2002.

OLIVEIRA, M. E. C.; PODEROSO, J. C. M.; FERREIRA, A. F.; LESSA, A. C. V.; DANTAS, P. C.; RIBEIRO, G. T.; ARAÚJO, E. D. Análise melissopalínológica e estrutura de ninho de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) encontradas no Campus da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. SE. *Entomobrasilis*, Vassouras, v. 1, n. 2, p. 17-22, 2008. Disponível em: <<http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs>>. Acesso em: 29 jan. 2011.

OSTROROG, D.R.V; BARBOSA, A.A.A. Biologia reprodutiva de *Geonoma brevispatha* Barb. Rodr. (Arecaceae) em mata de galeria inundável em Uberlândia, MG, Brasil. *Revista Brasil de Botânica*, v.32, n.3, p.479-488, jul.-set. 2009.

PAIVA NETO, V. B.; BRENHA, J. A. M.; FREITAS, F. B.; ZUFFO, M. C. R.; ALVAREZ, R.C. F. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 3, p. 558-563, 2010.

PEREIRA, D. P.; RODRIGUES, W. N.; MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; NICOLINE H. O. Pinhão manso: viabilidade da implantação para produção de Biocombustível em áreas de fomento florestal. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.6, n.11, p.4, 2010.

PINHEIRO-MACHADO, C.; I. ALVES-DOS-SANTOS; V. L. IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, A. M. P. e F. A. SILVEIRA. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use, p. 115-130. *In: Kevan, P.G.; Imperatriz-Fonseca, V. L. (eds.). Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature*. Brasília, Ministry of Environment, 313p. 2002.

PROCTOR, M.,; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. Harper Collins Publishers, London. 1996.

RAJU, A. J. S.; EZRADANAM, V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). *Current Science*, v.83, p.1395-1398, 2002.

RIBEIRO, G. S.; JOSÉ, A.R.S.; REBOUÇAS, TIYOKO, N. H.; AMARAL, C. L. F. Aspectos da biologia floral relacionados à produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.). *Acta Scientiarum Animal Sciences*. Maringá, v. 29, n. 4, p. 369-373, 2007.

RICHARDS, A. J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? *Annals of Botany*, v.88, p.165-172, 2001.

RIZZARDO, R. A. G. **O papel de *Apis mellifera* L como polinizador da mamoneira (*Ricinus communis* L.): avaliação da eficiência de polinização das abelhas e incremento de produtividade da cultura**. Dissertação de mestrado Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UFC). Fortaleza, 78p. 2007.

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

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, v.37, p.124-143, 2006.

SANTANA, M. P.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; MORGADO, L. N. **Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., em Lavras e Ijaci – MG.** Lavras – MG, v.26, n.6, p.1119-1127, 2002.

SANTOS, M. J., MACHADO I. C., LOPES A. V.; Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. v.28 n.2 São Paulo abr./jun. 2005

SANTOS, H.O.; SILVA-MANN, R.; DANTAS, P.C.; AZEVEDO, R.M.; PODEROSO, J.C.M.; MELO, M.F.V.; RIBEIRO, G.T. Entomofauna visitante das inflorescências de *Jatropha curcas* (LINAeus). *Anais do Congresso Brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel*, Lavras, 2008.

SATURNINO, H. M.; SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D. ; KAKIDA, J. ; TOMINAGA N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). *Informe Agropecuário*, v.26, p.44-78, 2005.

SEVERINO, A.A. **Polinização do mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.) (Ericaceae), Cultivares Misty e O'neal no município de Ita, Oeste de SC.** 2007. 35 f. Monografia (Graduação em Agrônoma) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, J.B. **Biologia das interações entre os visitantes florais (Hymenoptera, Apidae) e *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae).** Dissertação de Mestrado. 2006. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. 53p.

SILVA, J.B.; MELO, G.A.R.; GOLDENBERG, R. **Visitantes florais de *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae).** Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia; UFPR, Departamento de Botânica. 2005. Disponível em: <http://seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/1070a.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2011.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação.** Belo Horizonte, MG: IDM, 253p. 2002.

SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods.** Halsted Press, Chapman and Hall. London. 1978. 524 p.

STAUBMANN, R.; SCHUBERT-ZSILAVECZ, M.; HIERMANN, A.; KARTNIG, T. The anti-inflammatory effect of *Jatropha curcas* leaves. **Proceedings** from the Symposium “*Jatropha 97*”, Manágua, 1997.

SUJATHA, M.; REDDY, T.P.; MAHASI, M.J. Role of biotechnological interventions in the improvement of castor (*Ricinus communis* L.) and *Jatropha curcas* L. **Biotechnology Advances**, v.26, p.424-435, 2008.

VIEIRA, C. M.; MENDES, K. R. Influência da temperatura na concentração do néctar de *Hibiscus rosa-sinensis*, alterando a frequência dos visitantes florais. **Anais** do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu - MG, 2007.

WERPACHOWSKI, J.S., VARASSIN, I.G.; Goldenberg, R. Ocorrência de apomixia e partenocarpia em algumas espécies subtropicais de Asteraceae. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 27, 607-613. 2004.

WESTWERKAMP, C.; GOTTSBERGER, G. Diversity pays in crop pollination. **Crop Science**, v.40, n.5, p.1209-1222, 2000.