



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ARAPIRACA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE



ÉRICA LÍVEA FERREIRA GUEDES

IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS E SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA
POLINIZAÇÃO DA PINHEIRA (*Annona squamosa* L.)

ARAPIRACA

2015

ÉRICA LÍVEA FERREIRA GUEDES

**IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS E SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA POLINIZAÇÃO DA
PINHEIRA (*Annona squamosa* L.)**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Agricultura
e Ambiente, da Universidade
Federal de Alagoas como
requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em
Agricultura e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. João
Gomes da Costa

ARAPIRACA

2015

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Biblioteca Campus de Arapiraca - BCA

Divisão de Tratamento Técnico

G924i Guedes, Érica Lívia Ferreira
Identificação dos insetos e semioquímicos envolvidos na polinização da pinheira (*Azorella squarrosa* L.) / Érica Lívia Ferreira Guedes. – 2015.

59 f.: il.

Orientador: João Gomes da Costa

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas. Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente. Arapiraca – AL, 2015.

Inclui bibliografia

1. Polinização por inseto 2. Polinizadores 3. Compostos voláteis I. Título

CDU 631.527.82

Folha de Aprovação

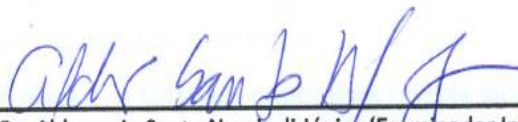
AUTORA: ÉRICA LÍVEA FERREIRA GUEDES

IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS E SEMIOQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA POLINIZAÇÃO DE
PINHA (*Annona squamosa* L.)

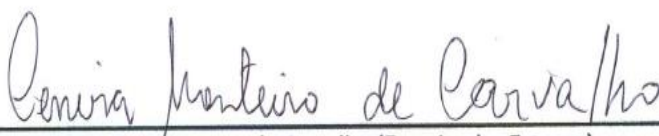
Banca Examinadora



Prof. Dr. João Gomes da Costa (Orientador)



Dr. Aldomario Santo Negrisoni Júnior (Examinador Interno)



Dra. Cenira Monteiro de Carvalho (Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Senhor da minha vida, que me sustenta, me mantém de pé e me fortalece. Que toda honra, glória e louvor seja dado a o Seu nome.

À minha família linda, pai, mãe e irmã, que nunca me deixou desanimar, que sempre me apoiou e sempre estar comigo. Amo vocês mais que tudo!

Ao meu amor, meu Bem, meu companheiro, meu estagiário, sem você, Ewerton, nunca conseguiria concluir mais esta etapa. Você foi meu esteio, minha alegria, meu abraço reconfortante, meu sorriso quando eu quase não sabia mais o que era sorrir. Te amo!

Ao meu querido orientador, Prof. João Gomes, que nunca me deixou desamparada, que sempre foi presente e é um exemplo de profissionalismo e ética. Ao senhor, não só a minha gratidão, ao senhor, principalmente, a minha admiração. Muito obrigada por tudo.

Ao senhor Edy Sousa de Brito, do Laboratório Multiuso de Química e Produtos Naturais na realização das nas análises cromatográficas.

Ao Instituto de Química e Biotecnologia e ao Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais – UFAL, por todo suporte e conhecimento fornecido para as análises cromatográficas.

Ao senhor Edson e sua família, não só por ter cedido a área para a realização do estudo, mas por todo conhecimento prático e simpatia compartilhada.

Aos meus companheiros de turma que foram essenciais durante esta jornada e nós sabemos que é só começo de uma amizade linda.

Ao todos que fazem parte do PPGAA.

Muito obrigado a todos que contribuíram durante todo o processo, desde as aulas até a culminância deste trabalho.

RESUMO

As anonáceas compõem um grupo de plantas que têm se destacado em várias partes do mundo, principalmente por produzirem frutos de grande interesse comercial. Dentre as principais espécies dessa família está a pinheira (*Annona squamosa* L.). Entretanto, a produção de pinha é limitada devido, dentre outros fatores, à polinização deficiente, já que a espécie apresenta dicogamia protogínica e normalmente a presença de seus polinizadores é insuficiente para atingir valores produtivos satisfatórios. O conhecimento local a respeito da biologia floral e seus polinizadores é importante, uma vez que as mesmas são influenciadas diretamente por fatores climáticos durante o período de floração, além de otimizar o manejo da cultura. Desta forma, objetivou-se identificar os insetos e semioquímicos envolvidos na interação entre as flores de pinheira e seus polinizadores. Os insetos polinizadores foram coletados em armadilhas do tipo McPhail, usando frutas em decomposição como atrativos. Em seguida, foram triados, montados e enviados para a identificação por um especialista. Os compostos voláteis florais de pinheira foram coletados diretamente das plantas, eluídos em hexano e identificados através de espectrometria de massa. Os resultados obtidos mostraram que foram identificadas seis espécies de coleópteros Nitidulidae responsáveis pela polinização de pinha: *Carpophilus marginellus*, *Carpophilus mutilatus*, *Colopterus* sp. 1, *Colopterus* sp. 2, *Epuraea* sp. 1, *Epuraea* sp. 2. As espécies *C. marginellus* e *C. mutilatus*, mesmo em menor frequência, figuram como as espécies mais eficientes na polinização de pinha. Devido a sua presença nas flores com seu corpo impregnado com pólen, pode-se concluir que *C. mutilatus* é o polinizador da pinheira na região de Palmeira dos Índios. Com relação aos compostos orgânicos voláteis das flores da pinheira, os resultados obtidos a partir da cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa mostraram que 165 compostos voláteis foram identificados. Os compostos florais que imitam os odores de frutos em fermentação e aqueles que imitam feromônio de nitidulídeos parecem ser os responsáveis pela atração dos polinizadores para as flores da pinheira. Porém, os compostos que compõem feromônios de insetos polinizadores como Hexadecanoic acid, 2-hydroxyethyl ester; Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)- (CAS) p-cymen-.alpha.-ol; Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)- (CAS) m-Cymene; Cis-caryophyllene;

Naphthalene (CAS) White tar; Naphthalene, decahydro-, trans- (CAS) trans-Decalin; Naphthalene, decahydro-2-methyl- (CAS) Decahydro-2-methylnaphthalene; Acetic acid n-octadecyl ester; Acetic acid, 3-(6,6-dimethyl-2-methylenecyclohex-3-enylidene)-1-methylbutyl ester; Benzeneacetic acid, .alpha.-hydroxy-.alpha.-methyl-, podem ser usados para compor produtos tipo “iscas atrativas” para aumentar a presença de polinizadores e consequentemente a produção de pinha na região do estudo. Iscas atrativas a partir de frutos fermentados também podem ser utilizados por produtores de pinha da região visando o aumento da frequência dos insetos polinizadores.

Palavras-chave: Compostos voláteis. Polinizadores. Annonaceae.

ABSTRACT

The Annonaceae compose a group of plants that have excelled in various parts of the world, mainly because they produce fruits of great commercial interest. Among the main species of this family is the sugar apple (*Annona squamosa* L.). However, the production of sugar apple is limited by, among other factors, poor pollination, since the species presents protogynous dicogamia and usually the presence of their pollinators is insufficient to achieve satisfactory production values. The knowledge localized floral biology and their pollinators are important, since they are directly influenced by climatic factors during the flowering period, while optimizing the management of culture. Thus aimed to identify the insect pollinators and semiochemicals involved in the interaction between the sugar apple flowers and their pollinators. Pollinating insects were collected in McPhail traps using fruit rotting as attractive. They were then screened, assembled and sent to the identification of a specialist. The compounds of volatile floral custard were collected directly from plants, eluting with hexanes and identified by mass spectrometry. The results showed that identified six species of Nitidulidae responsible for pollinating sugar apple: *Carpophilus marginellus*, *Carpophilus mutilatus*, *Colopterus* sp. 1, *Colopterus* sp. 2, *Epuraea* sp. 1, *Epuraea* sp. 2, *C. marginellus* e *C. mutilatus* even less frequently appear as the most efficient species for pollination sugar apple. Due to its presence in the flowers with your body impregnated with pollen can be said that *C. mutilatus* is pollinator of sugar apple in Palmeira dos Índios region. Regarding organic compounds of sugar apple blossoms, the results obtained from gas chromatography coupled to mass spectrometry showed that 165 volatile compounds were identified. Floral compounds that mimic the fruits of odors in fermentation and those that mimic the pheromone nitidulídeos seem to be responsible for the attraction of pollinators for flowers of sugar apple. However, compounds which compose pheromones pollinating insects like Hexadecanoic acid 2-hydroxyethyl ester; Benzenemethanol, 4- (1-methylethyl) - (CAS) p-Cymen-.alpha.-ol; Benzene, 1-methyl-3- (1-methylethyl) - (CAS) m-cymene; Cis-caryophyllene; Naphthalene (CAS) White tar; Naphthalene, decahydro-, trans- (CAS) trans-decalin; Naphthalene, decahydro-2-methyl- (CAS) Decahydro-2-

methylnaphthalene; Acetic acid n-Octadecyl ester; Acetic acid, 3- (6,6-dimethyl-2-methylenecyclohex-3-enylidene) -1-methy + A31butyl ester; Benzeneacetic acid, .alpha.-hydroxy-.alpha.-methyl-, they can be used to compose products such as "attractive bait to increase the presence of pollinators and consequently the production of sugar apple in the study region. Attractive using fermented fruit can also be used by producers of sugar apple in the region aimed at increasing the frequency of insect pollinators.

Keywords: Volatile compounds. Pollinators. Annonaceae.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INSETOS COLETADOS EM PLANTIOS DE PINHEIRA EM PALMEIRA DOS ÍNDIOS, ALAGOAS	33
TABELA 2 - COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS DE FLORES DE PINHA COMUM A PELO MENOS DOIS ESTÁGIOS FLORAIS	49

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ÁREA EXPERIMENTAL	31
FIGURA 2 - ARMADILHAS TIPO MCPHAIL ADAPTADAS EM GARRAFAS PET	32
FIGURA 3 - INSETOS SEPARADOS EM MORFOESPÉCIE E MONTADOS PARA IDENTIFICAÇÃO	33
FIGURA 4 - <i>Carpophilus marginellus</i> , <i>Carpophilus mutilatus</i> , <i>Epuraea sp 1</i> , <i>Epuraea sp 2</i> , <i>Colopterus sp 1</i> , <i>Colopterus sp 2</i>	34
FIGURA 5 - <i>Carpophilus mutilatus</i> EM FLORES DE <i>Annona squamosa</i> L.	36
FIGURA 6 - <i>Carpophilus mutilatus</i> IMPREGNADO COM PÓLEN DE <i>Annona squamosa</i> L.	36
FIGURA 7 - COLETA DE VOLÁTEIS REALIZADAS DIRETAMENTE NA PLANTA	44
FIGURA 8 - ESTÁGIOS FLORAIS: (A) FEMININO I, (B) FEMININO II, (C) MASCULINO	45

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. A cultura da pinha.....	16
2.2. Polinização	19
2.3. Polinização e Odor floral.....	21
2.4. Referências Bibliográficas	23
3. IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS POLINIZADORES DE FLORES DE PINHEIRA.....	28
3.1. Resumo	28
3.2. Abstract.....	28
3.3. Introdução.....	29
3.4. Material e Métodos	31
3.1.1. Coleta, triagem e montagem dos insetos.	32
3.5. Resultados e discussão	33
3.6. Conclusão.....	37
3.7. Referências Bibliográficas	38
4. IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS ORGANICOS VOLÁTEIS FLORAIS DE <i>Annona squamosa</i> L.....	42
4.1. Resumo	42
4.2. Abstract.....	43
4.3. Introdução.....	43
4.4. Material e Métodos	44
4.4.1. Coleta de voláteis	44
4.5. Resultados e Discussão	46
4.4 Conclusões.....	57
4.6. Referência Bibliográfica	57

1. INTRODUÇÃO

A pinha (*Annona squamosa* L.), também conhecida por ata ou fruta-do-conde, é originária da América Tropical, especificamente nas Antilhas, tendo sido introduzida no Brasil, em 1626, pelo Conde de Miranda (CORDEIRO *et al.*, 2000). O levantamento dos dados de produção disponíveis no Censo Agropecuário de 2006 apresenta a região Nordeste como a principal produtora de pinha com mais de 94% de toda a área cultivada no Brasil (LEMOS, 2014).

Segundo Lemos (2014) os principais estados produtores de pinha no Brasil são: Bahia, Alagoas, Pernambuco, São Paulo e Ceará. A Bahia é o maior produtor brasileiro de pinha, com área total de mais de 3.500 ha cultivados e produção de 20,8 mil toneladas. São Paulo é o único Estado fora da região Nordeste, além da região semiárida de Minas Gerais, que apresenta produção significativa de pinha (LEMOS, 2014).

Na região Nordeste, a pinheira encontrou condições excepcionais de adaptação, estando disseminada por todos os estados, tanto sob condições de sequeiro – como as verificadas em Igaci, Palmeira dos Índios e Estrela de Alagoas, em Alagoas, e em Irecê, na Bahia – quanto sob irrigação, no Vale do São Francisco, especialmente na Bahia e Pernambuco (ARAÚJO, 2009).

Em Alagoas, a cultura da pinha abrange, principalmente, três municípios localizados no Agreste Alagoano: Estrela de Alagoas, Igaci e Palmeira dos Índios, sendo a principal fonte de renda de cerca de 1200 produtores, em sua maioria da agricultura familiar, ocupando uma área estimada em 2.000 hectares, distantes de Maceió 145 km em média (SEPLANDE, 2008). A cultura tem sido também explorada nos municípios de São Miguel dos Campos e em Arapiraca em virtude dos bons preços obtidos com a fruta fora das épocas tradicionais de colheitas (OLIVEIRA, 2005), que acontece entre janeiro a março no agreste alagoano. O estado de Alagoas consome toda pinha produzida e esta é comercializada principalmente na Central de Abastecimento (CEASA) do Estado.

A pinha, como todas as anonáceas, é uma frutífera que normalmente não apresenta alta produtividade. Um dos fatores que levam a sua baixa produção é a polinização deficiente, pois o tempo de amadurecimento do gineceu (órgão sexual feminino) é diferente do androceu (órgão sexual masculino). Além desse fato, apresenta elevada taxa de autoincompatibilidade e a lenta abertura das pétalas dificulta a visita de insetos polinizadores (FIORAVANÇO e PAIVA, 1994 citado por CORDEIRO *et al.*, 2000), consequentemente apresenta baixa taxa natural de fecundação e formação de frutos (OLIVEIRA, 2005).

Os fatores que afetam diretamente a produção das espécies cultivadas do gênero *Annona* são vários, mas, indubitavelmente, aquele que envolve o processo de polinização é um dos mais importantes. O conhecimento da biologia floral e do comportamento reprodutivo da espécie em determinada região é de fundamental importância, tanto para subsidiar a condução de programas de melhoramento genético, quanto para o correto manejo da cultura (KIILL e COSTA, 2003).

Escobar *et al.* (1986) destacaram a importância do estudo localizado da biologia floral das anonáceas, uma vez que as mesmas são influenciadas diretamente por fatores climáticos como temperatura, umidade do ar e ventos, vigentes durante o período de floração. As principais espécies comerciais desta família (pinha, atemóia, graviola) apresentam flores hermafroditas, com órgãos femininos e masculinos na mesma flor, contudo apresentam o fenômeno fisiológico denominado de dicogamia protogínica, no qual a maturação do órgão feminino ocorre antes da maturação do órgão masculino, que limita a autofecundação nestas espécies.

A polinização natural é realizada principalmente por besouros da família Nitidulidae. Em determinadas condições, a baixa população de insetos polinizadores determina baixos índices de frutificação. Apesar da dicogamia e da baixa população de insetos polinizadores apresentarem-se como importantes fatores limitantes ao sucesso da polinização natural, o efeito do clima e a viabilidade do pólen interferem acentuadamente na resposta na polinização natural. Os efeitos destes fatores podem ocasionar falha na fertilização das flores, resultando em frutos pequenos ou malformados, que apresentam menor valor comercial. Embora a pinheira produza uma

grande quantidade de flores a cada safra, estima-se que somente cerca de 3 a 5 % de frutos efetivamente se formem (CAMPOS *et al.*, 2004).

A polinização manual é uma estratégia que pode ser utilizada para garantir a produção comercial, uma vez que garante produção significativamente maior e melhor qualidade de frutos (MELO *et al.*, 2002). Entretanto esta prática requer um grande número de horas de mão-de-obra especializada elevando o custo de produção (PELINSON *et al.*, 2005). Tendo em vista os custos associados à prática da polinização manual em anonáceas, o desenvolvimento de estratégias que otimizem a ação dos polinizadores e aumentem a frutificação efetiva destas culturas, mostra-se fundamental ao setor produtivo. Assim, estudos relacionados à interação entre a planta e seus polinizadores são fundamentais. Portanto, estudos envolvendo semioquímicos sobre os polinizadores da pinha podem auxiliar na definição de estratégias que venham a melhorar a polinização natural.

Semioquímicos são substâncias químicas envolvidas nas interações dos indivíduos e são classificados em feromônios, para interações intraespecíficas, e aleloquímicos, para interações interespecíficas. Os aleloquímicos são responsáveis, por exemplo, pela atração de inimigos naturais e polinizadores. A efetividade dos polinizadores varia com a abundância, diversidade e composição. Desta forma objetivou-se identificar os insetos polinizadores e semioquímicos envolvidos na interação entre as flores de pinheira e seus polinizadores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da pinha

A pinha (*Annona squamosa* L.), fruta-do-conde ou ata é uma planta originária das Antilhas. Encontra-se disseminada em quase todos os continentes. Ela foi domesticada na região do Caribe e no norte da América do Sul (PINTO *et al.*, 2005) e foi introduzida no Brasil, precisamente na Bahia, na terceira década do século XVII. É cultivada em todo o Brasil, comercialmente ou em fundo de quintal.

A importância socioeconômica da pinheira (*Annona squamosa* L.) no Brasil tem aumentado nos últimos anos pela demanda interna por frutas tropicais. As anonáceas pertencem a um grupo de produtos com uma realidade de consumo crescente, porém com oferta interna insuficiente, uma vez que a produção nacional ainda não se apresenta consolidada (BRITO, 2010). Mesmo apresentando crescente produção é muito seu aproveitamento restrito na agroindústria, sendo comercializado principalmente para o consumo in natura.

Sua árvore é de porte baixo, de 3 a 5 metros, bastante ramificada, com raiz principal do tipo pivotante e crescimento muito maior que a parte aérea. Em plantas jovens, a profundidade atingida pela raiz principal é de 5,45 vezes superiores à altura do caule, proporcionando a planta grande tolerância em relação às variações nos teores de água das camadas superficiais do solo (OLIVEIRA, 2005).

Os ramos são verdes, quando jovens, tornando-se marrons e acinzentados e pubescentes, quando maduros (BRITO, 2010). Como as outras espécies de anonáceas, tem as folhas decíduas, pecíolos com 0,7-1,5 cm de comprimento, lanceoladas e medem de 5 a 17 cm de comprimento e 2-7 cm de largura. A face adaxial verde brilhante e a face abaxial verde azulada (OLIVEIRA, 2005).

As flores são originadas dos ramos novos, sendo pendentes, solitárias ou em grupo de duas a quatro e diclamídeas. Apresentam pedicelo com 1 a 2 cm, com uma base larga, onde estão inseridas três sépalas que recobrem parcialmente a parte basal das três externas, que são grandes e carnosas. As pétalas do verticilo interno que

caracterizam as espécies de anonáceas são totalmente atrofiadas na pinheira (OLIVEIRA, 2005).

Estruturas reprodutivas são dispostas em uma espiral sobre um receptáculo floral. A região basal das pétalas é uma cavidade em que são glândulas secretoras, formando uma câmara floral, serve como uma fonte de alimento e refúgio para polinizadores (GUERRERO e FISCHER, 2007).

O fruto é arredondado, de forma oval ou cônica, 5 a 7,5 cm de diâmetro, de 6 a 10 cm de comprimento e pesando 120-330g (PINTO *et al.*, 2005). Tem um comportamento climatérico (GUERRERO e FISCHER, 2007) e quando totalmente desenvolvidos os frutos podem atingir até 800 gramas. Constituídos por muitos carpelos achatados dos quais se originam cada semente (em média 68 sementes/fruto). A polpa é branca tendo um sabor agridoce, sendo rica em sais minerais e vitaminas. Porém, as sementes se apresentam aderidas à polpa o que tem restringida a sua exportação (CORDEIRO *et al.*, 2000; PINTO *et al.*, 2005; SOBRINHO, 2010).

Ela cresce abaixo de 1000 m de altitude, com temperaturas ótima de desenvolvimento entre 22° C a 28°C. Requer 750-1000 mm de precipitação anual e acima de 60% de umidade relativa. É pouco exigente no tipo de solo, tolerando solos pedregoso, pobres e com pH entre 7-8 em regiões semiáridas; por esta razão, é utilizado como porta-enxerto para outras anonáceas (GUERRERO e FISCHER, 2007)

A fruta-do-conde pode ser propagada por via sexuada (sementes) ou assexuada (vegetativa), sendo que a forma mais empregada nos pomares é a sexuada, que apesar de contribuir grandemente para a biodiversidade desta espécie, torna os pomares muito desuniformes em virtude da variabilidade genética entre as plantas (CORDEIRO *et al.*, 2000). Em pomares de grande importância comercial, a preferência é pela propagação por via assexuada (enxertia). A maioria dos produtores não utiliza quase nenhuma tecnologia, como irrigação, nutrição adequada, poda, indução floral, polinização e controle fitossanitário, comprometendo a produtividade e a qualidade dos frutos (OLIVEIRA, 2005).

A pinheira tende a formar muitos ramos e por isso é recomendado podas de formação, regulando assim, os ramos principais. Esta prática proporciona a seleção dos ramos que permitem melhor arquitetura e conseqüentemente facilita práticas futuras, como polinização e colheita dos frutos.

Leão e Maia (1998) citados por Nogueira (2002), mencionam que os principais objetivos da poda são: impulsionar a produção precoce das plantas; uniformizar a produção, evitando que o excesso de carga prejudique a próxima safra; melhorar a qualidade dos frutos; distribuir os fotoassimilados de forma mais uniforme pelos órgãos vegetais. Apesar de ser fundamental a utilização da técnica, essa ainda é pouco utilizada pelos produtores de pinheira como um processo de indução floral e produção em épocas mais oportunas de mercado.

Em função das condições climáticas e da fenologia das plantas, existe forte tendência da produção se concentrar de janeiro a abril, em regiões mais secas, com maior intensidade entre fevereiro e março. Isto causa um excesso de oferta da fruta e diminuição dos preços recebidos pelos produtores, reduzindo drasticamente a margem de lucro neste período (PELINSON *et al.*, 2005).

A comercialização da pinha é realizada não só nas CEASAS mais próximas da área de produção como também em pequenos varejistas. Em Alagoas, esta fruteira é explorada na microrregião de Palmeira dos Índios, destacando-se os municípios de Palmeiras dos Índios, Igaci e Estrela de Alagoas, sendo a principal fonte de renda para milhares de pequenos agricultores daqueles municípios (OLIVEIRA, 2005).

O cultivo racional da pinheira requer o conhecimento da morfologia floral e biologia da floração. As flores da pinheira são anatomicamente perfeitas (hermafroditas), mas estudos realizados com a cultura da pinha indicam a presença do fenômeno da dicogamia protogínica (ARAÚJO *et al.*, 1999). É comum aos produtores, a indução floral na estação chuvosa para frutificação no período seco (setembro a dezembro).

2.2. Polinização

Os representantes da família Annonaceae são em sua grande maioria polinizados por coleópteros de diferentes grupos (GOTTSBERGER, 1970, 1989; KÜCHMEISTER *et al.*, 1998; NORMAN e CLAYTON, 1986; WEBBER e GOTTSBERGER, 1993). Esses insetos se alimentam de pólen e tecidos nutritivos das pétalas e usam as flores como abrigo e local de cópula (GOTTSBERGER 1989, WEBBER E GOTTSBERGER, 1993, WEBBER 1996). Essas flores, em geral, formam uma câmara por ocasião da antese, devido à imbricação ou justaposição das pétalas. Algumas espécies têm tripes como polinizadores (MOMOSE *et al.*, 1998) e também há relatos de polinização por baratas (NAGAMITSU e INOUE, 1997). Polinização por moscas podem ocorrer, porém as evidências são insuficientes (GOTTSBERGER, 1970).

As flores das anonáceas se caracterizam por serem pouco vistosas, porém liberam um odor muito intenso para atrair os agentes polinizadores. Algumas espécies têm flores termogênicas, mantendo a temperatura mais elevada do que o ambiente, provavelmente para ajudar a volatilizar os compostos químicos presentes em seu aroma (GOTTSBERGER, 1970). As flores das anonáceas não produzem néctar, assim a recompensa para os polinizadores poderia ser o consumo das pétalas (GOTTSBERGER, 1988) e da parte carnosa das pontas dos estames (NADEL e PEÑA, 1994), pólen (DEROIN, 1989; GOTTSBERGER, 1988) e exsudatos dos estigmas (GOTTSBERGER, 1988; PODOLER *et al.*, 1985; VITHANAGE, 1984;).

As flores da cherimólia, atemóia e pinha são alongadas, com pétalas firmes e carnosas, que se apresentam quase seladas no início da antese e iniciam a abertura lentamente no princípio da maturação da flor. As flores são hermafroditas protogínicas (REISS, 1971), e duram cerca de 18 a 25 h, na fase feminina e umas 12 h na fase masculina (PODOLER *et al.*, 1985; NADEL E PEÑA, 1994). As flores da pinha abrem no início do dia, mas podem liberar o pólen a qualquer hora do dia (KUMAR *et al.*, 1977) ou da noite (NADEL e PEÑA 1994). As flores da atemóia abrem-se desde o meio-dia até a tarde, e começam a liberar o pólen ao meio-dia do dia seguinte, e as pétalas e estames caem à meia-noite (NADEL e PEÑA, 1994). A hora do dia na qual as flores começam a se abrir podem diferir de acordo com as condições climáticas (KUMAR *et al.*, 1977), espécie ou cultivar.

Os coleópteros entram na flor quando esta se encontra em sua fase feminina nas primeiras horas da manhã e permanecem inativos na base das pétalas, se movimentando sobre os estames e estigmas e, quando as flores entram em sua fase masculina, se dispersam cobertos com pólen para outras flores (NADEL e PEÑA 1994). O pólen de *Annona* é pegajoso e mantém-se viável por 24 horas (REISS, 1971), tempo suficiente para o movimento do inseto de um grupo de flores na fase masculina para um novo grupo formado por flores na fase feminina.

O número de coleópteros por flor influencia diretamente a frutificação e, em alguns casos, a sua qualidade (PEÑA, 2003). Estudos realizados em *Annona* spp. mostraram que na medida em que se aumenta o número de coleópteros por flor, também aumenta a possibilidade de frutificação (GAZIT *et al.*, 1982; GAZIT *et al.*, 1989; 1992; NADEL e PEÑA 1994, LOPEZ e UQUILLAS 1997).

O grupo de coleópteros polinizadores das espécies comerciais de *Annona* spp. varia geograficamente, e algumas espécies funcionam de forma diferente em cada região. Por exemplo, os quatro polinizadores mais comuns em Israel, *Carpophilus humeralis*, *C. hemipterus*, *C. mutilatus* e *Haptoncus luteolus* são igualmente importantes neste País. Na Flórida, Estados Unidos, nove espécies de nitidulídeos, tanto nativos como exóticos, visitam as flores, se destacando dentro deste grupo a espécie *C. mutilatus* como o mais importante tanto em termos de eficácia como em abundância, seguido por *C. fumatus* e *H. luteolus*. Apesar de muito abundante *C. humeralis* raramente visitam as flores, e quando isso acontece, a frutificação é baixa quando comparado com o observado em Israel (NADEL e PEÑA, 1994). O número de espécies que visitam flores de *Annona* no Equador e Colômbia é similar ao encontrado na Florida (PEÑA e BENNETT, 1995).

No Brasil, Kill e Costa (2003) identificaram *Carpophilus* sp., *C. hemipterus* e *Haptoncus ochraceus* como polinizadores de *Annona squamosa* em Petrolina, Pernambuco. Em outras regiões do Brasil tem sido citado que existem poucas espécies de polinizadores e/ou são insuficientes para obtenção de uma boa produção comercial.

Experiências realizadas para aumentar a frutificação em pomares de atemóia, aumentando a população de nitidulídeos proporcionaram resultados altamente

variáveis. Gazit *et al.* (1982) propuseram a utilização de frutas em decomposição como isca atrativa para os polinizadores, porém verificaram que seu aroma competia com o das flores, constatando que, quando eram colocados sacos amarrados em ramos envolvendo as flores contendo insetos e maçãs em decomposição, as plantas produziram menos frutos do que aquelas nas quais foram colocados apenas os insetos (15% e 29% respectivamente). Entretanto, na Austrália, houve êxito quando se colocou abacaxi, durante a floração em um pomar de atemóia, resultando em um aumento de insetos polinizadores por flores e um aumento de 62% na produção de frutos em comparação com um pomar onde este tratamento não foi realizado (GEORGE *et al.*, 1992). Estes resultados evidenciam a importância de estudos diferenciados em cada região geográfica.

No sul da Flórida, BARTELT *et al.* (1994) usando iscas contendo feromônios de nitidulídeos e atrativo alimentar em pomares de pinha e atemóia, aumentaram a produção em até 38% quando comparado com o tratamento testemunha (sem o uso das iscas).

2.3. Polinização e Odor floral

Besouros polinizadores são atraídos às flores pela volatilização de odores produzidos durante a termogênese floral, que ocorre quando a planta atinge uma temperatura mais elevada do que a da atmosfera circundante, presumivelmente para intensificar a volatilização das substâncias químicas odoríferas nas pétalas (GOTTSBERGER, 1970). Esses odores são formados por compostos químicos voláteis de baixo peso molecular e variam quanto ao número de compostos que o formam (DUDAREVA e PICHERSKY, 2006; KNUDSEN *et al.*, 1993). Em Anonáceas, ocorrem fragrâncias principalmente com odor de frutos fermentando (ARMSTRONG e MARSH, 1997; GOTTSBERGER, 1999; JÜRGENS *et al.*, 2000).

Os compostos voláteis florais são formados por uma mistura de substâncias onde partes desses componentes não são necessariamente os mais importantes para a atração do inseto polinizador. Aqueles que formam os compostos voláteis liberados por flores de girassol são uma mistura de 144 constituintes. No entanto, somente 28 deles são relevantes para a composição do odor que atraem as abelhas (PHAM-

DELÈGUE *et al.*, 1990). Mesmo com um grande número de combinações possível, alguns insetos têm a capacidade de discriminar milhares de misturas de odores.

O aroma floral é constituído por misturas complexas de substâncias, que podem pertencer a diversas classes químicas (KNUDSEN *et al.*, 1993). A composição química do aroma floral já foi determinada para várias espécies pertencentes ao mesmo gênero. Estudos de variação do aroma dentre e entre os taxa têm sido relatados em alguns casos. Dentro de uma espécie, o nível de emissões de voláteis varia em resposta aos seguintes fatores: idade das flores, estado polinização e condições ambientais, tais como luz, temperatura e umidade.

Os aromas florais podem conter mais de 100 voláteis, mas a maioria das espécies emitem entre 20 e 60 compostos diferentes (KNUDSEN e GERSHENZON, 2006). Estudos da variação química dos aromas florais representam um passo importante na compreensão da dinâmica de adaptações da planta-polinizador (KNUDSEN *et al.*, 1993).

Os componentes de aroma floral são distribuídos principalmente dentro de três grupos: derivados de ácidos graxos, benzenóides e isoprenóides. A capacidade de manipular o aroma floral irá fornecer uma base para a compreensão de ambos os efeitos qualitativos e quantitativos dos mesmos e os papéis dos voláteis individuais na atração do polinizador (DUDAVERA, 2006).

Assim, é necessário aprofundar o conhecimento sobre a interação entre os insetos polinizadores e as plantas, bem como elucidar o papel dos voláteis das flores sobre os polinizadores.

2.4. Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, J. F.; ARAÚJO, J. F.; ALVES, A. A. C. **Instruções técnicas para o cultivo da pinha** (*Annona squamosa* L.). Salvador: EBDA, 1999. 44 p. (EBDA. Circular Técnica, 7).
- ARAÚJO, J.F. Pinha. In: **Fruticultura Tropical: Espécies Regionais e Exóticas**. Eds. SANTOS-SEREJO, J.A., DANTAS, J.L.L., SAMPAIO, C.V., COELHO, Y, S. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica. p. 363-402. 2009.
- ARMSTRONG, J. E.; MARSH, D. Floral herbivory, floral phenology, visitation rate, and fruit set in *Anaxagorea crassipetala* (Annonaceae), a lowland rain forest tree of Costa Rica. **Journal of the Torrey Botanical Society**, Lawrence, v. 124, p. 228-235, 1997.
- BARTELT, R.J.; VETTER, R.S.; CARLSON, D.G.; BAKER. T.C. Responses to aggregation pheromones for five *Carpophilus* species (Coleoptera: Nitidulidae) in a California date garden. **Environ. Entomol.** v. 23, p. 1534-1543, 1994.
- BRITO, A.F.S., **Estudo do mercado da pinha (*Annona squamosa* L.) produzida no estado da Bahia, Brasil**. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.
- CAMPOS, R.S; LEMOS, E.E.P.; OLIVEIRA, J.F.; FONSECA, F.K.P.; SANTIAGO, A.D.; BARROS, P.G. Polinização natural, manual e autopolinização no pegamento de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) em Alagoas. **Rev. Brasil. de Frutic.**, v. 26, n. 2, p. 261-263. 2004.
- CORDEIRO, M. C.R., PINTO, A.C.Q., RAMOS, V.H.V. **O cultivo da pinha, fruta-do-conde ou ata no Brasil**. Circular técnica Nº 9. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2000. 52 p.
- DEROIN, T. Quelques aspects de la biologie florale d'une Annonacee savanicole: *Annonasenegalensis* Pers. **Mémoires Societe Biogéogr**, Paris, v. 3, p. 42-53, 1989.
- DUDAREVA, N., PICHERSKY, E. Metabolic engineering of floral scent of ornamental. **J. Crop. Improven.** N. 18, p. 235-346. 2006.

ESCOBAR, W.T.; ZARATE, R.D.R.; BASTIDAS, A. Biología floral y polinización artificial del guanabano *Annona muricata* L. em condiciones del Valle del Caca, Colombia. **Acta Agronomica**, v.36, n.1, p.7-20. 1986

FIORAVANÇO, J.C., PAIVA, M.C. Tratos culturais. In: MANICA, I., ed. **Fruticultura: cultivo das Anonáceas** (ata, cherimólia, graviola), Porto Alegre: UFRS, 1994 citado por CORDEIRO, M. C.R., PINTO, A.C.Q., RAMOS, V.H.V. **O cultivo da pinha, fruta-do-conde ou ata no Brasil**. Circular técnica Nº 9. Planaltina: Embrapa Cerrados. 52 p. 2000.

GAZIT, S., GALON, I., PODOLER, H. Improvement of natural fruit set of *Annona* by increasing the population of pollinating insects. **Alon. Halontea**, v. 9, p. 611-614. 1982.

GEORGE, AP; NIESSEN, RJ; CAMPBELL, JA. Pollination y selection in *Annona* species (chirimoya, atemoya, y sugar apple). **Acta Horticulturae**, v. 321, p. 178-185, 1992.

GEORGE, A.P., NISSEN, R.J., IRONSIDE, D.A., ANDERSON, P. Effects of nitidulid beetles on pollination and fruit set of *Annona* spp. hybrids. **Scientia Hort** v.39, p.289–299,1989.

GILLOGLY, L.R. News species and a key to the Genus Haptoncus (Coleoptera: Nitidulidae). **Pacific Insects**. v.24, n.3-4, p.281-291, 1982.

GOTTSBERGER, G. Beiträge zur Biologie von Annonaceenblüten. **Österreichische Botanisches Zeitschrift**, v. 118, p. 237-279. 1970.

GOTTSBERGER, G. The reproductive biology of primitive angiosperms. **Taxon**, Utrecht, v.37, p.630-643. 1988.

GOTTSBERGER, G. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (*Annonaceae*) in Brazil. **Pl Syst and Evol** v. 167, p. 165-187. 1989.

GOTTSBERGER, G. Pollination and evolution in neotropical Annonaceae. **Plant Species Biology**, Quebec, v. 14, p. 143-152, 1999.

GUERRERO, E. J., FISCHER, G. Manejo integrado em el cultivo de anón (*Annona squamosa* L.). **Rev. Col. de Cien. Hort.** Bogotá, v.2, n.1, p. 157-169, 2007.

JÜRGENS, A., WEBBER, A.C., GOTTSBERGER, G. Floral scents compounds of Amazonia Annonacea species pollinated by small beetles and thrips. **Phytochemistry**. v. 55, p. 551-558, 2000.

KILL, L.H.P.; COSTA, J.G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (*Annonaceae*) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 5. p. 851-856, 2003.

KIREJTSHUK, A. G. . Nitidulidae (Coleoptera) of the Himalayas and Northern Indochina. *In*: Theses Zoologicae, Vol. 28 (R. Fricke, editor). Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany. 489 pp, 1998.

KNUDSEN JT, GERSHENZON J. The chemical diversity of floral scent *In*: DUDAREVA N, PICHENSKY E, eds. Biology of floral scent. Uk, CRC Press, 27–52, 2006.

KNUDSEN, JETTE T., TOLLSTEN L., BERGSTRÖM, G., Floral scents - a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. **Phytochemistry**. V. 33, n. 2, p. 253-280, 1993.

KUMAR, R.; HODA, M.N.; SINGH, D.K. **Studies on the floral biology of Custard apple** (*Annona squamosa* L.). Indian Journal of Horticulture, Indian, v.34, n.3, p.252-256, 1977

KÜCHMEISTER, H., WEBBER, A.C., SILBERBAUER, I. & GOTTSBERGER, G. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae e Annonaceae da Amazônia Central. **Acta Amaz.**v. 28, p. 217-245,1998.

LEÃO, P.C. DE S., MAIA, J.D.G. Aspectos culturais em viticultura tropical – Uvas de mesa. **Infor. Agrop.**, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.34-40, 1998 citado por NOGUEIRA, ABDON SANTOS. **Influência de épocas de poda e métodos de polinização na cultura de pinha (*Anonasquamosa* L.) no norte de estado do Rio de Janeiro**. 68 p. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campo dos Goytacazes, 2002.

LEMOS, E.E.P. A produção de anonáceas no Brasil. **Rev. Bras.de Frutic.**, São Paulo, v. 36 edição especial, p. 77-85, jan. 2014. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbf/v36nspe1/v36nspe1a09.pdf>

LOPEZ, E.; UQUILLAS, C. *Carpophilus hemipterus* (Coleoptera: Nitidulidae) as chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) pollination agent under controlled conditions. **Acta Entomologica Chilena**, v. 21, p. 89-99, 1997.

MELO, M.R., POMMER, C.V., KAVATI, R. Polinização artificial da atemóia com diversas fontes de pólen comparada com a natural. **Bragantia**, v. 61, n. 3, p. 231-236, 2002.

MOMOSE, J; NAGAMITSU, T; INOUE, T. Thrips crosspollination of *Popowia pisocarpa* (Annonaceae) in a lowland dipterocarp forest in Sarawak. **Biotropica**, v.30, p. 444-448,1998.

NADEL, H.; PEÑA, J.E. 1994. Identity, behavior, y efficacy of nitidulid beetles (Coleoptera: Nitidulidae) pollinating commercial *Annona* species in Florida. **Environmental Entomology**, v. 23, p. 878-886.

NAGANITSU, T.& INOUE, T. Cockroach pollination and breeding system of *Ulvaria elmeri* (Annonaceae) in a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak. **American Journal of Botany**, v. 84, p. 208-213. 1997.

NORMAN, E. M.; CLAYTON, D. Reproductive biology of two Florida pawpaws: *Asimina obovata* and *A. pygmaea* (Annonaceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v. 113, p. 16- 22, 1986.

OLIVEIRA, Z.P., QUEIROZ, F.M., BARROS, P.G., CAMPOS, R.S., LEMOS, E.E.P., SILVA NETO, J.P. **Recomendações técnicas para a cultura da pinha**. Boletim Nº 1. Maceió: Seagri, 2005. 56 p.

PELINSON, G.J.B., BOLIANI, A.C., TARSITANO, M.A.A., CORREA, L.S. Análise do custo de produção e lucratividade na cultura de pinha (*Anona squamosa* L.) na região de Jales – SP, ano agrícola 2001-2002. **Rev. Bras. Frut.** Jaboticabal, v.27, n.2, p. 226-229, ago. 2005

PEÑA, J.E.; BENNETT, F.D. Arthropods associated with *Annona* spp. in the neotropics. **Florida Entomologist**, v. 78, p. 329-349, 1995.

PEÑA, J.E. Insectos polinizadores de frutales tropicales: abejas llevan la miel panal. **Man. Integ. De. Plag, y Agroecol.** Costa Rica, n. 69, p. 6-20, 2003.

PHAM-DELÈGUE MH, ETIEVANT P, GUICHARD E, MARILLEAU R, DOUAULT P, CHAUFFAILLE J, MASSON C. (1990) Chemicals involved in bee-plant relationships. **J Chem Ecol** 16, 3053-3065

PINTO, A.C.Q., CORDEIRO, M.C.R., ANDRADE, S.R.M., FERREIRA, F.R., FILGUEIRAS, H.A.C., ALVES, R.E., KINPARA, D.J. **Anonas species: fruits for the futures**, Southampton: International Centre for Underutilised Crops, 2005.

PODOLER, H., GALON, I., GAZIT, S... The effect of atemoya flowers on their pollinators: nitidulid beetles. **Acta Ecologica Ecol. Applic.** v. 6 p.251-258, 1985

REISS, A., Pollination y fruit set of *Annona cherimola* y *Annona squamosa* Dissertação (Mestrado)- Universidade Hebraica de Jerusalém. Jerusalém. 1971.

SEPLANDE - SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONOMICO. **APL Fruticultura do Agreste – Pinha**. Disponível em: >www.seplande.al.gov.br/...e...de.../APL%20FRUTICULTURA.pdf>

SOBRINHO, R.B. **Potencial de exploração de anonáceas no nordeste do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2010. 27p. Disponível em: <www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3425.pdf>

VITHANAGE, H. I. M. V. Pollen-stigma interactions: development and cytochemistry of stigma papillae and their secretions in *Annona squamosa* L. (Annonaceae). - **Ann. Bot.** v. 54, p. 153-167, 1984.

WEBBER, A.C., GOTTSBERGER, G. Floral biology and pollination of *Cymbopetalum neurum* (Annonaceae) in Manaus, Amazonia. **Annonaceae Newsl.** v.9, p. 25-28. 1993.

WEBBER, A.C. Biologia floral, polinização e fenologia de algumas Annonaceae na região de Manaus AM. Tese de doutorado, INPA/FUA, Manaus. 1996.

3. IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS POLINIZADORES DE FLORES DE PINHEIRA

3.1. Resumo

As anonáceas compõem um grupo de plantas que se tem destacado em várias partes do mundo, principalmente por produzirem frutos de grande interesse comercial. Entre os principais está a pinha (*Annona squamosa* L.). A produção de pinha é limitada devido, principalmente, a polinização deficiente, já que a espécie apresenta dicogamia protogínica e normalmente a presença de seus polinizadores é insuficiente para atingir valores produtivos satisfatórios. O conhecimento localizado da biologia floral e seus polinizadores é importante, uma vez que as mesmas são influenciadas diretamente por fatores climáticos durante o período de floração, além de otimizar o manejo da cultura. O objetivo deste estudo foi identificar quais os insetos polinizadores da pinheira em Palmeira dos Índios. Foram coletados insetos em um pomar da região durante o período de julho a dezembro de 2014. Os insetos polinizadores foram coletados em armadilhas do tipo McPhail, usando frutas em decomposição como atrativos. Em seguida, foram triados, montados e enviado para a identificação por um especialista. Foram identificadas 6 espécies de coleópteros Nitidulidae presentes no pomar de pinheira: *Colopterus* spp., *Epuraea* sp1, *Epuraea* sp2, *Colopterus* sp1, *Colopterus* sp2, *Carpophilus marginellus* e *Carpophilus mutilatus*. *C. marginellus* e *C. mutilatus*, mesmo em menor frequência, figuram como as espécies mais eficientes na polinização de pinha em diferentes regiões que cultivam essa frutífera. Devido a sua presença nas flores com seu corpo impregnado com pólen pode-se afirmar que *C. mutilatus* é polinizador da pinheira na região de Palmeira dos Índios. Armadilhas utilizando-se frutos fermentados como atrativos podem ser utilizados por produtores de pinha da região visando o aumento da frequência dos insetos polinizadores.

Palavras-chave: Polinização. Pinha. Nitidulidae

3.2. Abstract

The Annonaceae make up a group of plants that has been highlighted in several parts of the world, mainly bear fruit of great commercial interest. Among the key is pine

cone (*Annona squamosa* L.). The production of pine cone is limited primarily due to poor pollination, since the species presents protogynous dichogamy normally and pollinating their presence is not enough to achieve satisfactory production values. Knowledge localized floral biology and their pollinators is important, since they are directly influenced by climatic factors during the flowering period, while optimizing the management of culture. The aim of this study was to identify which insect pollinators of custard in Palmeira dos Índios. They collected insects in an orchard in the region during the period from July to December 2014. Pollinating insects were collected in McPhail traps using fruit decaying as attractive. Then were screened, assembled and sent for identification by a specialist. They identified six species of Nitidulidae present in custard apple orchard: *Colopterus* spp, *Epuraea* sp1, *Epuraea* sp2, *Colopterus* sp1, *Colopterus* sp2, *Carpophilus marginellus* and *Carpophilus mutilatus*. *C. marginellus* and *C. mutilatus* even less frequently, appear as the most efficient species for pollination of pine cone in different regions who grow this fruit. Due to its presence in the flowers with your body impregnated with pollen can be said that *C. mutilatus* is pollinator of custard in Palmeira dos Índios region. Traps using fermented fruit as attractive can be used by producers of pine cone in the region aimed at increasing the frequency of insect pollinators.

Keywords: Pollinators. Sugar apple. Nitidulidae

3.3. Introdução

A família Annonacea é altamente diversificada e a mais bem-sucedida família da ordem primitiva das Magnoliales. A grande maioria de suas espécies parece ser adaptada a polinização realizada por besouros (GOTTSBERGER 1970, 1989; NORMAN e CLAYTON, 1986; WEBBER e GOTTSBERGER 1993; KÜCHMEISTER *et al.*, 1998). No entanto, a expansão e manejo inadequados das culturas agrícolas tem reduzido a biodiversidade e áreas de refúgio.

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório. Ela é importante para a produção de alimentos, flores bem polinizadas produzem frutos de melhor qualidade, peso e sementes em maior número (RICKETTS *et al.*, 2008) e principalmente para a manutenção da biodiversidade em áreas naturais, um serviço de valor

inestimável. A produção de frutos está na base da cadeia alimentar, sendo de fundamental importância para o equilíbrio dos ecossistemas (FONSCECA-IMPERATRIZ e NUNES-SILVA, 2010).

Um dos fatores limitantes na produção das anonáceas é a polinização deficiente, pois o tempo de amadurecimento do gineceu é diferente do androceu. Além disso, apresentam problemas de incompatibilidade, prejudicando, assim, a taxa natural de fecundação e formação de frutos (OLIVEIRA, 2005).

Escobar *et al.* (1986) destacaram a importância do estudo localizado da biologia floral das anonáceas, uma vez que as mesmas são influenciadas diretamente por fatores climáticos como temperatura, umidade do ar e ventos, vigentes durante o período de floração.

As principais espécies comerciais desta família (pinha, atemóia, graviola) apresentam flores hermafroditas, com órgãos femininos e masculinos na mesma flor, contudo apresentam o fenômeno fisiológico denominado de dicogamia protogínica, no qual a maturação do órgão feminino ocorre antes da maturação do órgão masculino, que limita a autofecundação nestas espécies, reduzindo a frutificação e a produção de frutos.

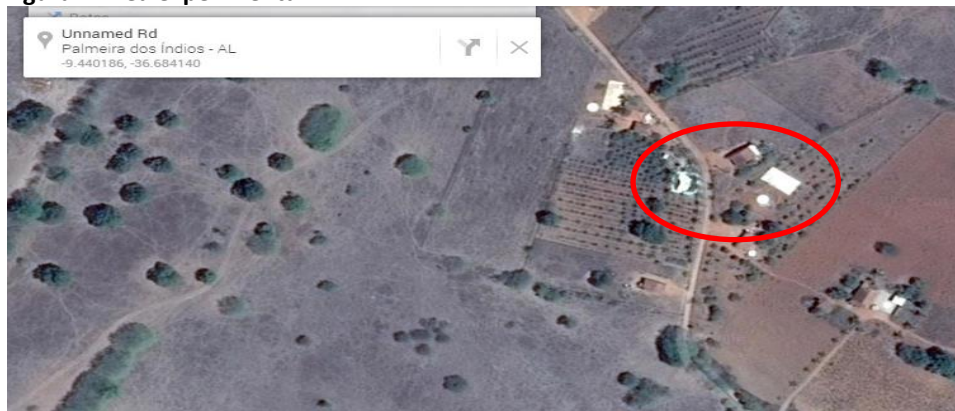
A polinização natural é realizada principalmente por insetos, como besouros da família Nitidulidae. Em determinadas condições, a baixa população de insetos polinizadores determina baixos índices de frutificação. Apesar da dicogamia e da baixa população de insetos polinizadores apresentarem-se como importantes fatores limitantes ao sucesso da polinização natural, o efeito do clima e a viabilidade do pólen interferem acentuadamente na resposta na polinização natural. Os efeitos destes fatores podem resultar em falha na fertilização das flores, resultando em frutos pequenos ou malformados, que apresentam menor valor comercial. Embora a pinheira produza uma grande quantidade de flores a cada safra, estima-se que somente cerca de 3 a 5 % de frutos efetivamente se formem (CAMPOS *et al.*, 2004). Além da baixa frutificação, os frutos são, na sua maioria, desclassificados por serem pequenos e/ou malformados, possivelmente em decorrência do baixo número de carpelos polinizados.

A polinização manual é uma estratégia que pode ser utilizada para garantir a produção comercial, uma vez que garante produção significativamente maior e melhor qualidade de frutos (MELO *et al.*, 2002). Entretanto esta prática requer um grande número de horas de mão-de-obra especializada elevando o custo de produção (PELINSON *et al.*, 2005). Tendo em vista os custos associados à prática da polinização manual em anonáceas, o desenvolvimento de estratégias que aperfeiçoem a ação dos polinizadores e aumentem a frutificação efetiva destas culturas, mostra-se fundamental ao setor produtivo. Assim, estudos relacionados à interação entre a planta e seus polinizadores são fundamentais.

Dentro deste contexto, identificar os polinizadores desta espécie, o período do dia, assim como as relações biológicas deles com a planta, é de grande importância para o entendimento da dispersão da espécie em ambiente natural. Diante disto, o objetivo deste experimento foi identificar quais as espécies da família Nitidulidae ocorrem nos pomares de pinheira na região de Palmeira dos Índios, Alagoas.

3.4. Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em uma área comercial de pinha, com idade de 10 anos, no município de Palmeira dos Índios, agreste alagoano (9°, 440186S e 36°,684140E)(Figura 1, p. 31). Localizada a 10 Km do centro da cidade. O experimento foi conduzido no período de julho a dezembro de 2014, e neste período as temperaturas médias foram de 25,8° C. Foram selecionadas, aleatoriamente, 11 plantas para o estudo. As plantas recebiam 80 litros de água por dia e foram podadas para frutificação no mês de agosto de acordo com o manejo feito pelo produtor.

Figura 1 Área experimental

GOOGLE EARTH, 2015

3.1.1. Coleta, triagem e montagem dos insetos.

Para identificação dos insetos, foram realizadas 5 coletas no período de agosto a setembro. Usaram-se armadilhas do tipo McPhail, adaptadas com garrafas PET (politereftalato de etileno) e como atrativo, foram usados frutos de goiaba, banana e pinha bem maduros ou em decomposição (DOWD E WEBER, 1991) (Figura 2).

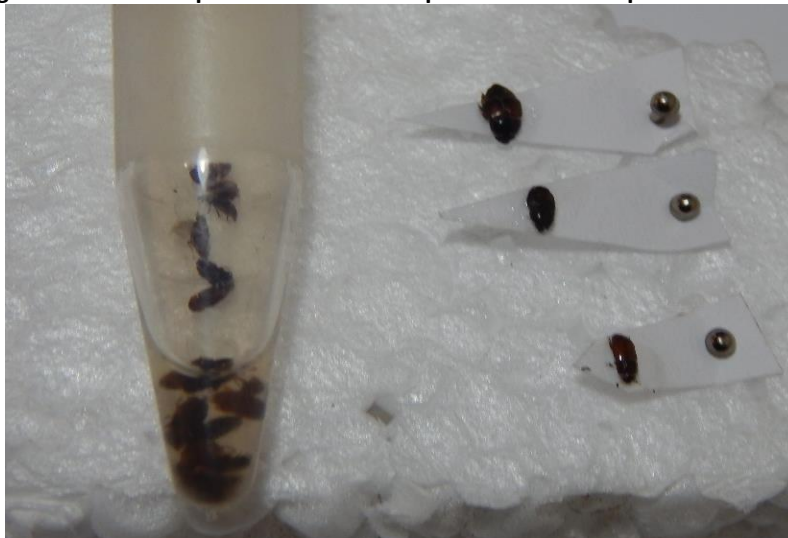
Foi colocada uma armadilha por planta, próxima as flores, e coletada com 24 horas. Em seguida, as armadilhas foram fechadas e levadas até o laboratório para triagem e montagem dos insetos.

Figura 2 - Armadilhas tipo McPhail adaptadas em garrafas pet

GUEDES, 2014

Os insetos foram colocados em álcool 70% e depois morfotipados em microscópio ótico Leica DMLS. Após a triagem dos insetos foram montados (PICCOLI, 2009) e enviados para o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (Figura 3). A identificação foi feita pela Bióloga Daniela Bená.

Figura 3 - Insetos separados em morfoespécie e montados para identificação



3.5. Resultados e Discussão

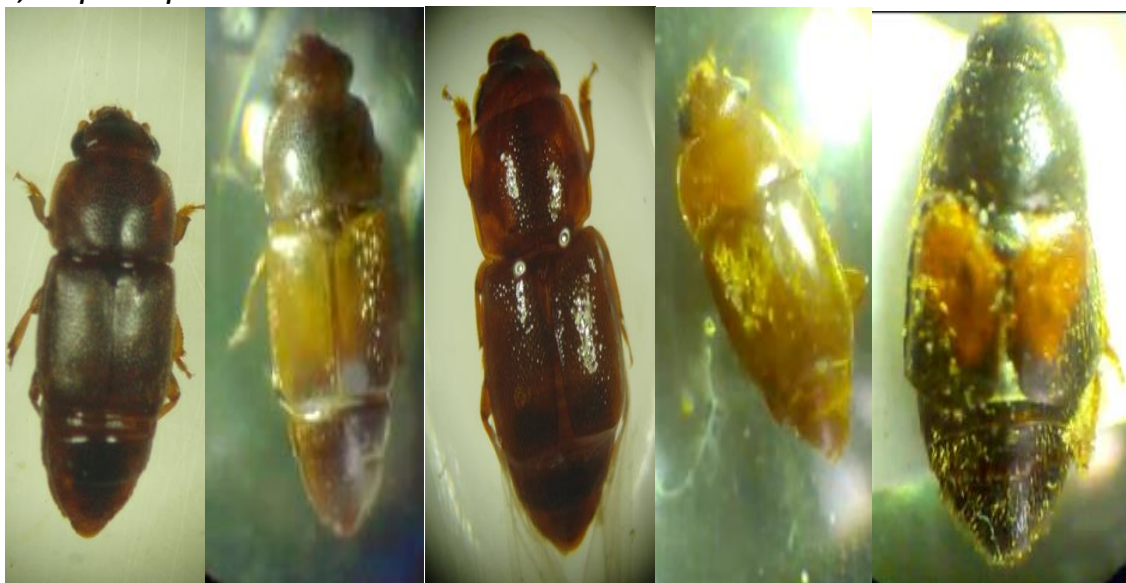
Os insetos coletados e seus respectivos gêneros são apresentados na Tabela 1. Foram coletados 271 indivíduos distribuídos da seguinte forma: 43,2% do gênero *Colopterus*, 39,1% do gênero *Epuraea*, 17,7% pertencentes ao gênero *Carpophilus*.

Tabela 1 - Insetos coletados em plantios de pinheira em Palmeira dos Índios, Alagoas

Gênero	Nº de indivíduos	Frequência relativa (%)
<i>Colopterus</i>	117	43,2
<i>Epuraea</i>	106	39,1
<i>Carpophilus</i>	48	17,7
Total	271	100

As seguintes espécies foram identificadas: *Carpophilus marginellus*, *Carpophilus mutilatus*, *Colopterus* sp. 1, *Colopterus* sp. 2, *Epuraea* sp. 1, *Epuraea* sp. 2 (Figura 4, p. 33).

Figura 4 - *Carpophilus marginellus*, *Carpophilus mutilatus*, *Epuraea* sp. 1, *Epuraea* sp. 2, *Colopterus* sp. 1, *Colopterus* sp. 2.



GUEDES, 2014

O grupo de coleópteros polinizadores de espécies comerciais de *Annona* spp. varia geograficamente, e algumas espécies funcionam de forma diferente em cada área. *Carpophilus* é um dos grupos mais comuns de visitantes florais para *Annona* spp. (NAGEL *et al.*, 1989 citado por BROWN *et al.*, 2012), ainda que encontrado em menor frequência neste estudo.

Em Israel, dentre os quatro polinizadores mais importantes três são *Carpophilus*, incluindo a espécie *C. mutilatus*. Na Flórida, EUA, nove espécies nitidulídeos, visitam as flores de anonas, sobressaindo-se *C. mutilatus* (Figura 5, p. 35) como o mais importante em termos de eficácia e abundância, seguido por *C. fumatus* (NADEL E PEÑA, 1994). A presença e eficiência de *C. mutilatus* na polinização de *Annona* sp. pode estar relacionada às condições climáticas apresentadas nos experimentos mencionados e nas condições climáticas encontradas no local de nosso estudo, uma vez que todas as regiões estudadas partilham de condições climáticas parecidas com altas temperaturas e baixas umidades na maior parte do ano.

C. mutilatus está alocado no subgênero *Myothorax* Murray e foi registrado pela primeira vez na Nova Zelândia por Hutton (1904). Possui 1,5-1,8 mm de comprimento e cor uniforme ao longo do corpo (Figura 6, p. 35). Apresenta palidez na região central

dos élitros, se estendendo até o úmero. É uma espécie cosmopolita, ou seja, sua presença já foi registrada em diversas regiões do mundo (LESCHEN e MARRIS, 2005).

C. marginellus é uma espécie bem distinta, dentro do gênero *Carpophilus*, por apresentar uma cor padrão de avermelhado além de possuir cutícula sem pelos. Esta espécie foi encontrada em flores de cherimóia no Japão e embora a densidade observada nas flores fosse baixa, essa espécie foi indicada como o principal polinizador, onde foi desenvolvido um sistema de criação massal para tal. O único demérito é que esta espécie é uma praga de alimentos armazenados e, por vezes, em pomares de frutas (JAMES *et al.*, 2000). Estes besouros já foram registrados em milho, limão, abacaxi e pepino (LESCHEN e MARIS, 2005).

Considerando que a *C. marginellus* está amplamente distribuído em regiões quentes do mundo (GILLOGLY, 1982), a tolerância a temperaturas relativamente elevadas é umas das suas características inerente a sua espécie. Tskuada *et al.* (2008) observaram que o melhor desenvolvimento destes insetos, nos estágios de ovo, larva e pupa é a 30°C. Este desenvolvimento refere-se a menor quantidade de dias para atingir o estágio adulto.

Em nível de espécie, não se obteve identificações satisfatórias para os gêneros *Epuraea* e *Colopterus*, mas ressalta-se a presença de duas espécies morfológicamente variáveis para os dois gêneros. Notas científicas sobre espécies de *Epuraea* polinizando anonas foram feitos por Peña (2003) citando os trabalhos de Gazit *et al* (1982) em Israel e o trabalho de Nadel e Peña (1994) na Flórida, EUA.

Os dois trabalhos supracitados demonstraram a polinização em atemóia, híbrido de *Annona squamosa* X *Annona cherimola*, por *Haptoncus luteolus*. Esta mesma espécie foi citada anteriormente como *Epuraea (Haptoncus) luteolus* por Parsons (1943) e recentemente por Myers (2013), demonstrando a sinonímia entre os dois gêneros.

No Brasil, não há registro de espécie de *Epuraea* polinizando flores de anonas. Kill e Costa (2003) verificaram que a polinização de pinha também é feita por

Haptoncus ochraceus. No entanto, não foi encontrado nenhum registro de sinonímia entre o gênero *Epuraea* e esta espécie.

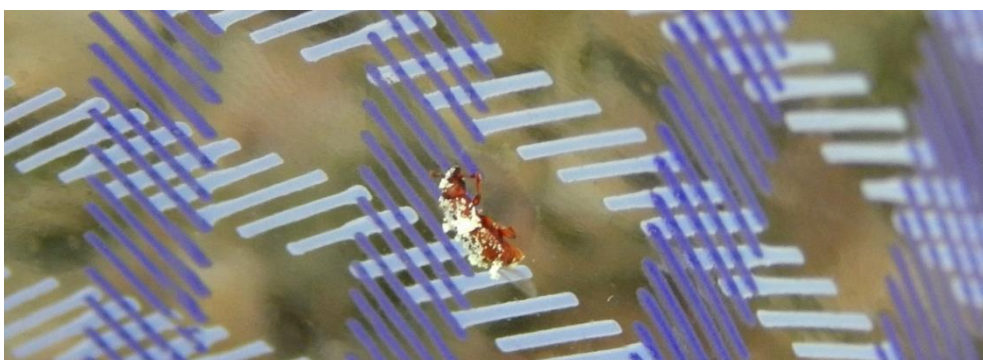
Semelhantemente, espécies de *Colopterus* foram apontadas como polinizadores de atemóia, cherimóia e pinha (NAGEL *et al.*, 1989, LOPÉZ e ROJAS, 1992, NADEL e PEÑA, 1994 citados por PEÑA, 2003). Estes insetos são também polinizadores do araticum-liso (*Annona coriácea* Mart.) evidenciando a afinidade com o gênero das plantas estudadas (PAULINO- NETO, 2014).

Figura 5 - *Carpophilus mutilatus* em flores de *Annona squamosa* L.



GUEDES, 2014

Figura 6 - *Carpophilus mutilatus* impregnado com pólen de *Annona squamosa* L.



GUEDES, 2014

Em 1982, Gazit *et al*, citado por George *et al* (1989), concluíram que a frutificação em anonas aumenta com o incremento de besouros nitidulídeos no pomar e que a população destes insetos é influenciada pela fonte de alimento, chuva e

temperatura. As condições e fontes de alimento naturais para reprodução de besouros nitidulídeos são encontradas em frutas e vegetação em decomposição, em altas temperaturas (25-30° C) e altas umidades relativas (75-95% UR).

Diante disto, a conservação de cobertura morta após podas e o uso de armadilhas com frutos em decomposição proporcionaria a reprodução e permanência dos besouros em pomares de anonáceas. Ademais o cultivo de pinhas associadas a culturas também polinizadas com nitidulídeos, como *Attalea phalerata* e *Bractis glaucescens* (FAVA, 2010) poderá ser adotado visando aumentar a frequência desses insetos nos pomares.

De acordo com as observações feitas em campo durante a pesquisa, sugere-se que a riqueza e abundância de espécies de nitidulídeos sejam maiores do que aqui relatada, uma vez que os insetos foram capturados vivos e a fuga de muitos foi inevitável. Outra observação feita foi quanto à flutuação populacional das espécies de nitidulídeos. Nas primeiras coletas verificou-se a maior frequência do gênero *Epuraea*, o gênero *Colopterus* foi mais frequente nas demais. Diante disso, um novo estudo com um maior número de coletas, em diferentes épocas do ano e de floração, objetivando a quantificação da riqueza de polinizadores descreveria mais precisamente a riqueza dessas espécies.

3.6. Conclusão

Pelo menos seis espécies de insetos visitam flores de pinheira: *Carpophilus marginellus*, *Carpophilus mutilatus*, *Colopterus* sp. 1, *Colopterus* sp. 2, *Epuraea* sp. 1, *Epuraea* sp. 2.

Isclas atrativas utilizando-se frutos fermentados podem ser utilizadas por produtores de pinha da região visando o aumento da frequência dos insetos polinizadores.

3.7. Referências Bibliográficas

- BROWN, S.D.J., ARMSTRONG, K.F., CRUICKSHANK, R.H. Molecular phylogenetics of a South Pacific sap beetle species complex (*Carpophilus* spp, Coleoptera: Nitidulidae). **Mol. Phylog. and Evol.** v. 64, p. 428-440, 2012.
- CAMPOS, R.S; LEMOS, E.E.P.; OLIVEIRA, J.F.; FONSECA, F.K.P.; SANTIAGO, A.D.; BARROS, P.G. Polinização natural, manual e autopolinização no pegamento de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) em Alagoas. **Rev. Brasil. de Frutic.**, v. 26, n. 2, p. 261-263. 2004.
- CLINE, A.R., AUDISIO, P., *Epurea (Haptoncus) oculares* FAIRMARE (COLEOPTERA: NITIDULIDAE) recently found in the U.S.A., with comments on Nearctic members of *Epuraea* Erichson. **The Colop. Bullet.** v. 65, n.1, p. 24-26, 2011
- DOWD, P.F., WEBER, C.M. A labor-saving method for rearing a corn sap beetle *Carpophilus freemani* Dobson (COLEOPTERA: NITIDULIDAE), on pinto bean-based diet. **J. Agric. Entomol.** v. 8, n 3, p. 149-153, 1991.
- DOWD, P.F., WEBER, C.M. A labor-saving method for rearing a corn sap beetle *Carpophilus freemani* Dobson (COLEOPTERA: NITIDULIDAE), on pinto bean-based diet. **J. Agric. Entomol.** v. 8, n 3, p. 149-153, 1991.
- FAVA, W. S. *Attalea phalerata* e *Bactris glaucensces* (Arecaceae, Arecoideae): fenologia e ecologia da polinização no Pantanal, Brasil. 45p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2010
- FONSECA-IMPERATRIZ-, V.L., NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotrop.** São Paulo, n. 4, v.10, p. 59-62, 2010.
- GAZIT, S., GALON, I., PODOLER, H. The Role of Nitidulid Beetles in Natural Pollination of *Annona* in Israel. **Jour of the Ameri. Society for Hort. Scien.**, v. 107, n. 5, p. 849-852, 1982 citado por GEORGE, A. P., NISSEN, R. J., IRONSIDE, D. A., ANDERSON, P. Effects of Nitilidud Beetles on Pollination and Fruit Set of *Annona* spp. Hybrids . **Scien. Hortic** v.39, p 289-299, 1989.

GILLOGLY, L.R. News species and a key to the Genus *Haptoncus* (Coleoptera: Nitidulidae). **Pacific Insects**. v.24, n.3-4, p.281-291, 1982.

GOTTSBERGER, G. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. **Pl Syst and Evol** v. 167, p. 165-187. 1989.

GOTTSBERGER, G. Beiträge zur Biologie von *Annona* ceenblüten. **Österreichische Botanisches Zeitschrift**, v. 118, p. 237-279. 1970.

HUTTON, F.W. **Index faunae New Zealandiae**. London, Dulau, 1904, 372 p. citado por LESCHEN, R.A.B., MARRIS, J.W.M., *Carpophilus* (Coleoptera:Nitidulidae) of New Zealand with notes on Australian species. Landcare Research New Zealand Ltd 2005. 2005.

JAMES, D. G., FAULDER, R.J., VOGELE, B., MOORE, C.J. Pheromone-trapping of *Carpophilus* spp. (Coleoptera: Nitidulidae) in stone fruit orchards near Gosford, New South Wales: Fauna, seasonality and effect of insecticides. **Austr. Jour. of Entmo.** v. 39, n. 4, p. 310-315, out. 2000.

KILL, L.H.P.; COSTA, J.G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Anonaceae) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 5. p. 851-856, 2003.

KÜCHMEISTER, H., WEBBER, A.C., SILBERBAUER, I. & GOTTSBERGER, G. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae e Annonaceae da Amazônia Central. **ActaAmaz.** v. 28, p. 217-245, 1998.

LESCHEN, R.A.B., MARRIS, J.W.M., *Carpophilus* (Coleoptera:Nitidulidae) of New Zealand with notes on Australian species. **Landcare Research New Zealand Ltd**, 2005.

LÓPEZ, E., ROJAS, R.D. Arthropods associated with chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) pollination agente under controles conditions. **Acta Entoml.** v. 21, p. 89-99, 1992.

MELO, M.R., POMMER, C.V., KAVATI, R. Polinização artificial da atemóia com diversas fontes de pólen comparada com a natural. **Bragantia**, v. 61, n. 3, p. 231-236, 2002.

MYERS, L. **Sap beetles (of Florida), Nitidulidae (Insecta: Coleoptera: Nitidulidae)**. University of Florida, 7p, 2013.

NADEL, H., PEÑA, J. E. "Identity, Behavior, and Efficacy of Nitidulid Beetles (Coleoptera: Nitidulidae) Pollinating Commercial Annona species in Florida". **Environ. Entom.** v. 23, n. 4, p. 878-886, 1994

NAGEL, J., PEÑA, J. E., HABECK, D. "Insect Pollination of Atemoya in Florida". **Flor. Entom.**, v. 72, p. 207-211, 1989.

NORMAN, E. M.; CLAYTON, D. Reproductive biology of two Florida pawpaws: *Asimina obovata* and *A. pygmaea* (Annonaceae). **Bulletin of the Torre y Botanical Club**, New York, v. 113, p. 16- 22, 1986.

OLIVEIRA, Z.P., QUEIROZ, F.M., BARROS, P.G., CAMPOS, R.S., LEMOS, E.E.P., SILVA NETO, J.P. **Recomendações técnicas para a cultura da pinha**. Boletim Nº 1. Maceió: Seagri, 2005. 56 p.

PARSONS, C.T. A revision of Nearctic Nitidulidae (Coleoptera). **Bulletin of the Mus. of Compar. Zool. Cambridge**, v.92, p 121-219, 1943.

PAULINO- NETO, H. F., Polinização e biologia reprodutiva de araticum-liso (*Annona coriácea* Mart.: Annonacea) em uma área de cerrado paulista: implicações para fruticultura. **Rev. Bras.de Frutic.**, São Paulo, v. 36 edição especial, p. 132-140, jan. 2014.

PELINSON, G.J.B., BOLIANI, A.C., TARSITANO, M.A.A., CORREA, L.S. Análise do custo de produção e lucratividade na cultura de pinha (*Anona squamosa* L.) na região de Jales – SP, ano agrícola 2001-2002. **Rev. Bras. Frut.** Jaboticabal, v.27, n.2, p. 226-229, 2005

PEÑA, J.E. Insectos polinizadores de frutales tropicales: abejas llevan la miel panal. **Man. Integ. De. Plag, y Agroecol.** Costa Rica, n. 69, p. 6-20, 2003

PICCOLI, C.F., LAZZARI, S.M.N., **Montagem de insetos- Via seca para coleção didática**, Paraná, 4p, 2009.

RICKETTS, T., REGETZ, J., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., BOGDANSKI, A., GEMMIL-HERREN, B., GREENLEAF, S.S., KLEIN, A.M., MAYFIELD, M.M., MORANDIN, L.A., OCHIENG, A., VIANA, B.F. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns. **Ecol. Lett.** v.1, p.499-515, 2008.

TSUKADA, M., TANAKA, D., HIGUCHI, H. Thermal requirement for development of *Carpophilus marginellus* (Coleoptera: Nitidulidae), a potencial pollinator of cherimoya and atemoya trees (Magnoliales: Anonaceae). **Appl. Entomol. Zoo.** v. 43, n. 2, p. 281-285, jan. 2008.

WEBBER, A.C. & GOTTSBERGER, G. Floral biology and pollination of *Cymbopeta lumeuneurum* (Annonaceae) in Manaus, Amazonia. **Annonaceae News.**, v.9, p. 25-28. 1993.

4. IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS ORGANICOS VOLÁTEIS FLORAIS DE *Annona squamosa* L.

4.1. Resumo

Para compensar sua imobilidade, as plantas desenvolveram diferentes mecanismos para suas interações com o ambiente, incluindo o lançamento de compostos orgânicos florais que exercem efeitos sobre o comportamento de outros organismos, como os polinizadores e, assim garantem seu sucesso reprodutivo. O conhecimento da composição de voláteis permite ampliar a capacidade de manejo e atração de polinizadores das culturas e consequentemente aumentar a produtividade das mesmas. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar as substâncias químicas que compõem o aroma floral da pinheira. Foram coletados os voláteis de flores em três estágios diferentes visando definir diferenças na composição químicas dos voláteis entre os estágios florais. Os resultados obtidos a partir da cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa mostraram que 165 compostos voláteis foram identificados e que os estágios florais variaram quimicamente. Os compostos florais que imitam os odores de frutos em fermentação e aqueles que imitam feromônio de nitidulídeos parecem ser os responsáveis pela atração dos polinizadores para as flores da pinheira. Porém, os compostos que compõem feromônios de insetos polinizadores como Hexadecanoic acid, 2-hydroxyethyl ester; Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)- (CAS) p-cymen-.alpha.-ol; Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)- (CAS) m-Cymene; Cis-caryophyllene; Naphthalene (CAS) White tar; Naphthalene, decahydro-, trans- (CAS) trans-Decalin; Naphthalene, decahydro-2-methyl- (CAS) Decahydro-2-methylnaphthalene; Acetic acid n-octadecyl ester; Acetic acid, 3-(6,6-dimethyl-2-methylenecyclohex-3-enylidene)-1-methy+A31lbutyl ester; Benzeneacetic acid, .alpha.-hydroxy-.alpha.-methyl-, são candidatos para compor produtos tipo “iscas atrativas” para aumentar a presença de polinizadores e consequentemente a produção de pinha na região do estudo.

Palavras-chave: Flores. Pinha. Polinizadores

4.2. Abstract

To compensate for their immobility, plants have developed different mechanisms to their interactions with the environment, including the release of floral organic compounds that exert effects on the behavior of other organisms such as pollinators and thus ensure their reproductive success. Knowledge of the volatile composition allows expand the handling capacity and attracting pollinators of crops and hence increase the productivity of the same. The objective of this study was to identify the chemicals that make up the floral aroma of sugar apple. Volatile flowers were collected at three different stages in order to define differences in the chemical composition of volatile among the floral stages. The results from the gas chromatography coupled to mass spectrometry showed that 165 volatile compounds were identified and chemically varied flower stages. Floral compounds that mimic the fruits of odors in fermentation and those that mimic the pheromone nitidulídeos seem to be responsible for the attraction of pollinators for flowers of sugar apple tree. However, the compounds that make up pheromones of insect pollinators as Hexadecanoic acid, 2-hydroxyethyl ester; Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)- (CAS) p-cymen-.alpha.-ol; Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)- (CAS) m-Cymene; Cis-caryophyllene; Naphthalene (CAS) White tar; Naphthalene, decahydro-, trans- (CAS) trans-Decalin; Naphthalene, decahydro-2-methyl- (CAS) Decahydro-2-methylnaphthalene; Acetic acid n-octadecyl ester; Acetic acid, 3-(6,6-dimethyl-2-methylenecyclohex-3-enylidene)-1-methyl+31butyl ester; Benzeneacetic acid, .alpha.-hydroxy-.alpha.-methyl-, they are candidates to compose type products "attractive traps" to increase the presence of pollinators and consequently the production of sugar apple trees in the study region.

Keywords: Flowers. Sugar apple. Pollinators

4.3. Introdução

Muitas espécies de plantas liberam diversas misturas de compostos secundários voláteis das suas flores para a atmosfera. Estes compostos voláteis se constituem principalmente de terpenóides, fenilpropanóides/benzenóides e ácidos graxos derivados. Voláteis florais são de baixo peso molecular, que pertencem a diferentes grupos funcionais, desempenham um papel vital no ciclo de vida das plantas,

fornecendo uma maneira para que as estas interajam com o ambiente circundante (DUDAVERA *et al.*, 2006).

Ao emitir compostos voláteis de flores, as plantas fornecem estímulos químicos para polinizadores e disseminadores de sementes, garantindo assim sucesso reprodutivo e evolutivo. A polinização é um passo crucial para a produção de culturas e pode ser um importante fator de custo, já que a manual ou artificial é realizada para algumas espécies nas quais a natural é ineficiente causando, conseqüentemente, a perda de substancial rendimento. A melhoria da polinização não só irá aumentar o rendimento destas espécies, mas também a sua qualidade, já que muitas destas, especialmente as frutíferas, requerem os óvulos fertilizados para alcançar o tamanho dos frutos e forma ótima.

O conhecimento da composição de voláteis das flores permitirá ampliar a capacidade de atração de polinizadores naturais, sem despesas adicionais que estão sendo investidos em técnicas de polinização artificial. A efetividade dos polinizadores varia com a abundância, diversidade e composição dos compostos voláteis das flores. Desta forma objetivou-se identificar os voláteis envolvidos na interação entre as flores de pinheira e seus polinizadores.

4.4. Material e Métodos

4.4.1. Coleta de voláteis

Os compostos orgânicos voláteis (COVs) emitidos pelas flores das plantas de pinheira foram coletados diretamente na planta (Figura 7, p. 44) (ZARBIN *et al.*, 1999). O odor foi sugado por uma bomba do tipo Gilian BDX II, durante 30 minutos e fluxo de 0,5 L/min, através de um tubo de vidro, preenchido com o adsorvente Porapak Q 50/80 (50 mg) e lã de vidro. Previamente os tubos de vidro foram aquecidos em estufas a 100 °C durante 30 min, para a “ativação” do adsorvente.

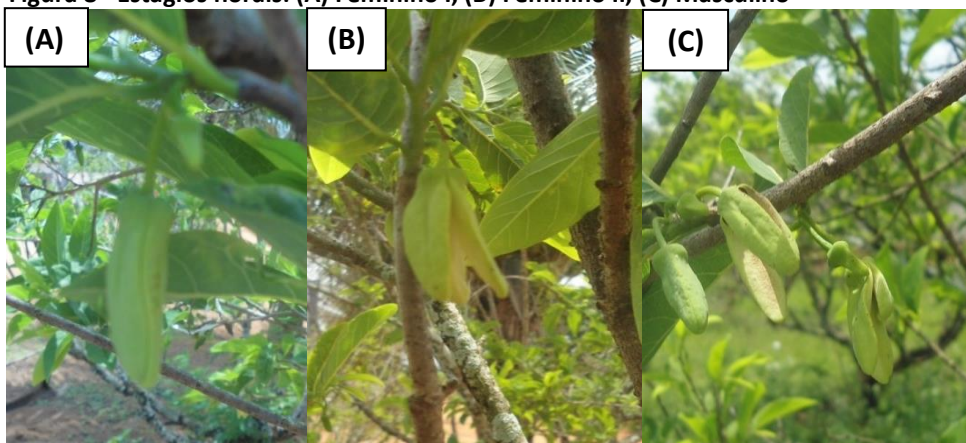
Figura 7 - Coleta de voláteis realizadas diretamente na planta



GUEDES, 2014

Foram selecionadas 10 flores de cada estágio floral ($n=30$), que foram classificadas como: Feminina I, as flores ainda fechadas, Feminina II, as flores no início da abertura e Masculina, flores totalmente abertas (Figura 8). As coletas, para os estágios Feminina I e II, ocorreram no período da manhã, entre 7h e 10h, e para o estágio Masculinos, entre 15h e 17h. Após cada coleta, os tubos com adsorvente foram retirados e os voláteis foram eluídos com 0,5 mL de solvente hexano de elevada pureza e armazenadas a uma temperatura de -18°C .

Figura 8 - Estágios florais: (A) Feminino I, (B) Feminino II, (C) Masculino



GUEDES, 2014

Os COVs obtidos das flores foram injetados em um sistema de cromatografia gasosa acoplada a um espectrômetro de massa (GC/MS) QP5050A, usando coluna DB-5 (30m x 0,25 mm id x 0,25 μm); J&W Scientific e hélio como gás carreador. Os parâmetros usados para as análises iniciaram com faixas de temperatura variando de 30°C a 250°C com uma taxa de $8^{\circ}\text{C}/\text{min}$. As temperaturas do injetor e detector foram

de 250 °C e 280 °C respectivamente. Os compostos foram identificados por comparação automática usando o banco de dados Wiley MS (Wiley Class 5000, sexta edição) usando o GCMSolution software e utilizando-se o índice de retenção ou índice de Kovats. Somente os compostos com espectros de massa superior a 95% de similaridade com os de referência foram considerados.

4.5. Resultados e Discussão

Durante as coletas dos compostos voláteis, notou-se que as flores emitem aromas fortes, adocicados, por vezes alcoólicas que lembram frutas em fermentação. Este aroma foi percebido com mais intensidade no período da tarde a partir das 15h, quando as flores estão alcançando o estágio Feminino II e provavelmente período em que as flores atingem ápice de sua termogênese. No período da manhã, entre 7h e 8h, ainda é possível sentir este aroma. É neste período que se nota a maior presença dos insetos polinizadores, e isto deve ocorrer devido a sua liberação de dentro das câmaras florais, uma vez que as pétalas se apresentam totalmente abertas (estágio masculino) e em seguida caem.

A ontogenia floral e o período do dia foram fatores destacado por Goodrich (2012), durante a análise de aromas florais, seja ela feita por percepção humana ou descrições químicas. Flores de anonáceas são hermafroditas dicogâmicas protogínicas e este fenômeno proporciona variações nos voláteis florais durante a transição dos estágios femininos para masculino.

A variação de substâncias voláteis encontradas nos estágios florais de *Annona squamosa* estudados estão descritos nas Tabela 2 (p. 48). Foram identificados 165 compostos, sendo 6 presentes nos três estágios florais, 23 destes comuns a dois estágios florais, 16 comuns aos estágios Feminino I e II e apenas 7 presentes nos estágios Feminino I e Masculino. Goodrich *et al* (2006), também encontraram diferenças de composições voláteis entre o estágio masculinos e femininos de *Asimina triloba*.

Dos compostos orgânicos voláteis comuns, no mínimo a dois estágios florais, alguns já são conhecidos por pertencerem a misturas de aromas florais. O 4-

ethylbenzaldehyde foi encontrado em flores de *Sauromatum guttatum* (Alismatales: Araceae) (BORG-KARLSON *et al.*, 1994), o Nonanal identificados em voláteis florais de *Pyrus communis* (Rosales: Rosaceae) (BARALDI *et al.*, 1999), *Acacia karro* (Fabales: Fabaceae) (KAISER, 1997).

Compostos voláteis identificados em outras anonáceas também foram detectados neste estudo como Hexadecane, α - pinene, β - pinene, limonene encontrados em *Anaxogereabrevipes* e *Anaxogoreadolichocarpa* (JÜRGENS *et al.*, 2000). SHASHIREKHA *et al.* (2008) encontraram α - pinene, β - pinene, limonene, linalool, germagrene-D em *A. squamosa*. Benzenóides estão frequentemente presentes em amostras de perfume floral em muitas famílias de plantas (KNUDSEN *et al.*, 1993), phenol, 2,4-bis (1,1-dimethylethyl) e dodecane foram compostos encontrados em flores de *Narcissus* (RUÍZ-RAMON *et al.*, 2014).

Alguns autores afirmam que a cantarofilia evoluiu a partir de fitofagia generalizada dos besouros (GOTTSBERGER, 1977; PELLMYR e THIEN, 1986) e por isso muitas flores polinizadas por coleópteros apresentam fragrâncias florais caracterizadas como imitadores de frutas. Esta teoria foi reforçada no estudo feito por Ratnayake *et al* (2007), quando voláteis deflores *Xilopia championii* (ANNONACEA) apresentaram compostos presentes em frutos de atemóia e frutos de *Anaxaglorea dolichocarlp* (FOURNIER *et al.*, 1994), *Annona atemoya* (BARTLEY, 1987).

Ratnayake *et al* (2007), observaram também que as plantas podem emitir odores que imitam feromônios de insetos. Hexadecanoic acid, 1-methyl-4- (1-methylethyl) - benzene (p- cyment), caryophyllene, são exemplos destes compostos encontrados tanto em flores *X. champiionii* como em feromônio de seus polinizadores, besouros curculionídeos do gênero *Endaeus*. Esses compostos citados por estes autores foram detectados no nosso estudo evidenciando que os mesmos podem ser responsáveis pela atração dos insetos nitidulídeos identificados nos pomares de pinheira em Palmeira dos Índios, Alagoas.

A maioria das espécies de plantas que produzem esses compostos que imitam feromônio também utilizam desta estratégia para agregar polinizadores cosmopolitas (predominantemente Coleoptera), beneficiando tanto a planta com aumento de

visitantes em suas de flores e consequentemente na eficiência da polinização, quanto os polinizadores agregar maior acasalamento acaso dentro das câmaras florais (ou seja, o aumento sucesso reprodutivo) (PANG, 2012).

Em revisão feita sobre os aromas florais de anonáceas Goodrich (2012) afirmou que até aquele ano apenas dez estudos (MA *et al.*, 1988, JÜRGENS *et al.*, 2000, GOODRICH *et al.*, 2006; RATNAYAKE *et al.*, 2007, TEICHERT, 2008; TEICHERT *et al.*, 2008, 2011, GOODRICH e RAGUSO, 2009, Braun *et al.*, 2011, PRIPDEEVECH, 2011) tinham sido realizados para descrição de compostos de aroma florais de 24 espécies de anonáceas, representando 11 gêneros, no Norte e América do Sul e do Sudeste da Ásia.

Os compostos destas 24 espécies foram classificados em 5 grandes categorias: compostos alifáticos, aromáticos, isoprenóides, os que continham nitrogênio e os que continham enxofre. Além dos grupos supracitados, destaca-se a presença dos grupos funcionais de ésteres alifáticos e álcoois que segundo Goodrich (2012) estão presentes em espécies polinizadas por besouros nitidulídeos e, portanto, potenciais atrativos para estes insetos.

Em nosso estudo foram identificados a presença do naftaleno na composição floral de *Annona squamosa*. Apesar de ser conhecido como um repelente de insetos, este composto foi encontrado em flores de *Xylopia benthamii* e predominantemente em flores de *Rollinia insignis* (atualmente *Annona neoinsignis* H. Rainer) (GOODRCH, 2012). Portanto, esse composto pode ter alguma influência sobre insetos polinizadores.

Pesquisas realizadas mostraram diferenças nas composições químicas florais dos gêneros de anonáceas (JÜRGENS *et al.*, 2000, PANG, 2012) indicando uma vasta gama de perfumes florais. Sabe-se que a maior parte das espécies é polinizada por besouros e estes geralmente são atraídos por estes aromas por operarem em maiores distâncias que pistas visuais.

Estudos futuros deverão focar nas relações mais estreitas dos odores florais de *Annona squamosa* e seus polinizadores, já que continua em aberto se os visitantes

florais são oportunistas que são atraídos por uma ampla gama de compostos voláteis ou se essas interações são mais específicas.

Tabela 2 - Compostos orgânicos voláteis de flores de pinha comum a pelo menos dois estágios florais

Compostos	Feminino I	Feminino II	Masculina
2-Propenoic acid, 3-(4-methoxyphenyl)-, 2-ethylhexyl ester	X	X	X
4-ethylbenzaldehyde	X	X	X
HEXA COSANE	X	X	X
Hexadecanoic acid, 2-hydroxyethyl ester (CAS) 1-O-HEXADECis-2cCANOYL-1,2-ETHANEDIOL	X	X	X
Nonanal	X	X	X
1-Hexadecanol, acetate (CAS) Cetyl acetate	X	X	
Benzene, (1-methyl-1-propenyl) -, (E)- (CAS) cis-2-Phenyl-2-butene	X	X	
Benzene, 1,2-dimethyl- (CAS) o-Xylene	X	X	
Benzeneacetic acid, .alpha.-hydroxy-.alpha.-methyl- (CAS) Atrolactic acid	X	X	
Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)- (CAS) P-CYMEN-.ALPHA.-OL	X	X	
Cyclohexane, 1-bromo-3-methyl- (CAS) 1-METHYL-3-BROMOCYCLOHEXANE	X	X	
Ethanone, 1,1'-(1,4-phenylene)bis- (CAS) p-Diacetylbenzene	X	X	
Heptadecane, 8,8-dipentyl- (CAS) 8,8-DI-N-PENTYLHEPTADECANE	X	X	
Pentacosane (CAS) n-Pentacosane	X	X	

Continuação Tabela 2

Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester (CAS) 2-ETHYL-3-HYDROXYHEXYL ESTER OF 2-METHYL-PROPIONIC ACID	X	X
4-(1-Hydroxyethyl)benzaldehyde	X	X
4-t-Butyl-2-(1-methyl-2-nitroethyl)cyclohexanone	X	X
Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)-	X	X
Ethanone, 1-(4-ethylphenyl)-	X	X
Ethanone, 1,1'-(1,4-phenylene)bis-	X	X
Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester	X	X
Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	X	X
1-Hexene, 3,5,5-trimethyl- (CAS) 3,5,5-Trimethyl-1-hexene	X	
1H-Inden-1-one, 2,3-dihydro-3,3,5,7-tetramethyl- (CAS) 3,3,5,7-TETRAMETHYL-1-INDANONE	X	
1-Propene, 2-methyl-, tetramer (CAS) Tetraisobutylene	X	
1-Propene, 2-methyl-, trimer (CAS) Triisobutylene	X	
2-ETHYL-1-HEXANOL	X	
2-Penten-1-one, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl)-4-methyl- (CAS) 1-(2'-HYDROXY-5'-METHYL-PHENYL)-I-HEX-2-EN-1-ONE	X	

Continuação Tabela 2

2-Pentene, 2,4,4-trimethyl- (CAS) 2,4,4-Trimethyl-2-pentene	X
2-Propenoic acid, 2-methyl-, 2- hydroxyethyl ester (CAS) Hydroxyethyl methacrylate	X
3-METHYL-2-CYCLOPENTEN-1- ONE	X
AZULENE	X
Benzene, (2-methyl-1-propenyl)-	X
Benzeneacetamide, .alpha.- hydroxy-N,.alpha.-dimethyl-	X
Benzoic acid, 4-ethoxy-, ethyl ester	X
Butylated Hydroxytoluene	X
CIS-(+)-CARVEOL	X
Cyclohexanol, 4-(1,1- dimethylethyl)-, cis-	X
Decane, 3,7-dimethyl-	X
Eicosane	X
FARNESOL ISOMER A	X
Heneicosane	X
Hentriacontane	X
Hentriacontane (CAS)	X
Untriacontane	X
Heptadecane	X
Hexadecane	X
Naphthalene	X
Nonacosane	X
Nonane, 5-(2-methylpropyl)- (CAS) OCTANE, 4-BUTYL-2- METHYL-	X
Octadecanoic acid, methyl ester	X
Oxalic acid, cyclohexylmethyl tridecyl ester	X
PENTAN-1,3- DIOLDIISOBUTYRATE, 2,2,4- TRIMETHYL-	X

Continuação Tabela 2

Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- (CAS) Carvacrol	X	
Sulfurous acid, cyclohexylmethyl hexyl ester	X	
.alpha.-PINENE		X
.beta.-PINENE		X
1(2H)-Naphthalenone, 3,4-dihydro- (CAS) 1-Tetralone		X
1,1,2,3-tetramethylcyclohexane		X
1,1,2,3-tetramethylcyclohexane A		X
1,1,3,5-TETRAMETHYL-3-ETHYL- 2,3-DIHYDROINDENE		X
xy1,2-DIMETHYLBENZENE		X
11-Tetradecen-1-ol, acetate, (Z)- (CAS) cis-11-Tetradecenyl acetate		X
1-CHLORO-2,2,3,3- TETRAMETHYLCYCLOPROPANE		X
1-ethyl-2,2,6- trimethylcyclohexane		X
1-Hexanol, 2-ethyl- (CAS) 2- Ethylhexanol		X
1H-Indene, octahydro-, cis- (CAS) cis-Hexahydroindan		X
1-METHYL-2- PHENYLCYCLOPROPANE 1		X
1-OCTADECANOL		X
1-PENTADECANOL		X
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)- (CAS) 2,6-di-tert-Butylquinone		X
2-Hexanone, 3,4-dimethyl- (CAS) 3,4-Dimethyl-2-hexanone		X
2-METHYL-2-CYCLOPENTEN-1- ONE		X
2-METHYLDECALIN (PROBABLY TRANS)		X

Continuação Tabela 2

2-Pentanethiol, 2-methyl- (CAS) 2-Methyl-2-pentanethiol	X
2-Undecene, (Z)- (CAS) (Z)-2- Undecene	X
2-Undecene, 4,5-dimethyl-, [R*,R*-(E)]- (CAS)	X
3-Hexadecene, (Z)- (CAS) cis-3- Hexadecene	X
3-Hexene, 3-ethyl-2,5-dimethyl- (CAS)	X
3-NONANONE	X
3-Octadecene, (E)- (CAS)	X
3-Undecene, 6-methyl-, (E)- (CAS)	X
4-ETHYLACETOPHENONE	X
7-Heptadecene, 1-chloro- (CAS) 1 CHLORO-HEPTADEC-6-ENE	X
Azulene (CAS) Cyclopentacycloheptene	X
Benzaldehyde, ethyl- (CAS) AR- ETHYLBENZALDEHYDE	X
Benzene, (2-methyl-1-propenyl)- (CAS) (2- Methylpropenyl)benzene	X
Benzene, 1-(1,1-dimethylethyl)- 3-ethyl-5-methyl- (CAS) 3-TERT- BUTYL-5-ETHYLTOLUENE	X
Benzene, 1,2,3-trimethyl- (CAS) 1,2,3-Trimethylbenzene	X
Benzene, 1,2-diethyl- (CAS) 1,2- Diethylbenzene	X
Benzene, 1,3-diethyl- (CAS) m- Diethylbenzene	X
Benzene, 1,3-dimethyl- (CAS) m- Xylene	X
Benzene, 1,4-diethyl- (CAS) p- Diethylbenzene	X
Benzene, 1,4-dimethyl- (CAS) p- Xylene	X

Continuação Tabela 2

Benzene, 1-ethyl-2-methyl- (CAS) o-Ethyltoluene	X
Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)- (CAS) m-Cymene	X
Benzene, 1-methyl-3-propyl- (CAS) m-Propyltoluene	X
Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl- (CAS) 1,4-Dimethyl-2-ethylbenzene	X
Benzene, ethyl- (CAS) EB	X
Benzoic acid, 2,4-dihydroxy-3,6-dimethyl-, methyl ester (CAS) Methyl 2,4-dihydroxy-3,6-dimethylbenzoate	X
Butanoic acid, 1-methylpropyl ester (CAS) 2-BUTYL-N-BUTYRATE	X
CIS-CARYOPHYLLENE	X
Cyclohexane, 1-(cyclohexylmethyl)-4-methyl-, trans- (CAS) 4-METHYLDICYCLOHEXYLMETHANE (LOW BOILING)	X
Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl- (CAS) 1,1,3-Trimethylcyclohexane	X
Cyclohexane, 1,2-dimethyl-, trans- (CAS) 1,TRANS-2-DIMETHYLCYCLOHEXANE	X
Cyclohexane, butyl- (CAS) n-Butylcyclohexane	X
Cyclohexane, ethyl- (CAS) Ethylcyclohexane	X
Cyclohexane, pentyl- (CAS) Pentylcyclohexane	X
Cyclohexane, propyl- (CAS) Propylcyclohexane	X
Cyclohexanol, 2-(1-methylethyl) - (CAS) 2-Isopropylcyclohexanol	X
DECANE	X

Continuação Tabela 2

DECANE, 2,3,5,8-TETRAMETHYL-	X
Decane, 2,9-dimethyl- (CAS) 2,9-Dimethyldecane	X
Decane, 3-methyl- (CAS) 3-Methyldecane	X
Decane, 4-methyl- (CAS) 4-METHYLDECANE	X
Decane, 5-ethyl-5-methyl- (CAS) 5-METHYL-5-ETHYLDECANE	X
DODECANE	X
Ethanone, 1-(2,4-dimethylphenyl) - (CAS) 2,4-Dimethylacetophenone	X
Ethanone, 1,1'-(1,4-phenylene)bis- (CAS) p-Diacetylbenzene	X
GERMACRENE-D	X
Heptane , 2,6-dimethyl- (CAS) 2,6-Dimethylheptane	X
HEPTANE, 3,3,6-TRIMETHYL-	X
Hexadecane (CAS) n-Hexadecane	X
Ionol 2	X
I-LIMONENE	X
Naphthalene (CAS) White tar	X
Naphthalene, decahydro-, trans- (CAS) trans-Decalin	X
Naphthalene, decahydro-2-methyl- (CAS) Decahydro-2-methylnaphthalene	X
N-DECANAL	X
Nonadecane (CAS) n-Nonadecane	X
NONANE	X
Nonane, 2,5-dimethyl- (CAS) 2,5-Dimethylnonane	X
Nonane, 2-methyl- (CAS) 2-Methylnonane	X
N- Benzoic acid, methyl ester	X

Continuação Tabela 2

Octadecane (CAS) n-Octadecane	X	
OCTANE	X	
Octane, 1,1'-oxybis- (CAS) n-Octyl ether	X	
Octane, 3-methyl- (CAS) 3-Methyloctane	X	
o-Ethyl toluene	X	
Pentadecane , 2,6,10,14-tetramethyl- (CAS) Pristane	X	
TRANS-2-UNDECEN-1-OL	X	
TRANS-5-METHOXY-3-HEXEN-2-OL	X	
TRIDECANE	X	
UNDECANE	X	
1-Dodecanol (CAS) n-Dodecanol		X
1-Phenyl-1-butene		X
2,7(1H,3H)-Naphthalenedione, hexahydro-		X
3-Hexanethiol, 3-ethyl- (CAS) 3-ETHYL-3-HEXANETHIOL		X
9-Eicosene, (E)-		X
Acetic acid n-octadecyl ester		X
Acetic acid, 3-(6,6-dimethyl-2-methylenecyclohex-3-enylidene)-1-methy+A31lbutyl ester		X
Benzeneacetic acid, .alpha.-hydroxy-.alpha.-methyl-		X
BUTYL HYDROXY TOLUENE		X
Diethylene glycol monododecyl ether		X
Heneicosyl acetate		X
n-Heptadecanol-1		X
Nonadecane, 1-chloro-		X
Octane, 1,1'-oxybis-		X
Oxacycloheptadec-8-en-2-one		X

Resorcinol, bis(tert-butyltrimethylsilyl) ether	X
Sulfurous acid, 2-ethylhexyl octadecyl ester	X
Sulfurous acid, cyclohexylmethyl dodecyl ester	X
Sulfurous acid, cyclohexylmethyl pentadecyl ester	X
Sulfurous acid, di(cyclohexylmethyl) ester	X

4.6. Conclusões

As flores de pinheira apresentam 165 compostos voláteis, sendo 23 destes comuns a dois estágios florais; 6 presentes nos três estágios florais, 16 comuns aos estágios Feminino I e II e apenas 7 presentes nos estágios Feminino I e Masculino.

Os compostos florais que imitam os odores de frutos em fermentação e aqueles que imitam feromônio de nitidulídeos parecem ser os responsáveis pela atração dos polinizadores para as flores da pinheira.

4.7. Referência Bibliográfica

BARALDI, R., RAPPARINI, F. ROSSI, F., LATELLA, A., CICCIOI, P. Volatile organic compound emission from flowers of the most occurring and economically important species of fruit trees. **Phys. Chem. Earth.** v. 24, p. 729-732, 1999.

BARTLEY, J.P. Volatile constituents of custard apple. **Chromatographia.** v. 23, p. 129–131, 1987.

BORG-KARLSON, A.-K., ENGLUND, F.O., UNELIUS, C.R. Dimethyl oligosulphides, major volatiles released from *Sauromatum guttatum* and *Phallus impudicus*. **Phytochem.** v. 35, p. 321-323, 1994.

BRAUN, M., DÖTTERL, S., GOTTSBERGER, G. Absence of pollinators and apomictic fruit production in an Atlantic rainforest population of *Cymbopetalum brasiliense* (Annonaceae). **Plant. Syst. And Evol.** v. 296, p. 265–273. 2011.

DUDAVERA, N., NEGRE, F., NAGEGOWDA, D.A., ORLOVA, I. Plant Volatile: Recent advances and future perspectives. **Crit. Review. In Plan. Scien.** v. 25, p. 417-440, 2006.

FOURNIER, G., HADJIAKHOONDI, A., Charles, B., LEBOEUF, M., CAVE, A. Volatile components of *Anaxagorea dolichocarpa* fruit. **Biochem.Syst. Ecol.** v. 22, p. 605–608, 1994.

GOODRICH, K, R. Floral scent in Annonacea. **Bot. Jour. Of the Linn. Societ.** v. 169, p. 262-279, 2012.

GOODRICH, K.R., RAGUSO, R.A. The olfactory component of floral display in *Asimina* and *Deeringothamnus* (Annonaceae). **NewPhytologist.** v. 183, p. 457–469, 2009.

GOODRICH, K.R., ZJHRA, M.L., LEY, C.A., RAGUSO, R. A. Flowers smell fermented: the chemistry and ontogeny of yeasty floral scent in Pawpaw (*Asimina tribola*: Annonaceae). Chicago, **Int. J. Plant. Sci.** v. 167, n. 1, p. 33-46, 2006.

GOTTSBERGER G. Some aspects of beetle pollination in the evolution of flowering plants. **Plant Syst. And Evol. Suppl.**, v. 1, p. 211–226, 1977.

JÜRGENS, A., WEBBER, A.C., GOTTSBERGER, G. Floral scents compounds of Amazonia Annonacea species pollinated by small beetles and thrips. **Phytochemistry.** v. 55, p. 551-558, 2000.

KAISER, R. New or uncommon volatile compounds in the most diverse natural scents. **Rev. Ital. Eppos.** v. 18, p. 18-47. 1997.

KNUDSEN, JETTE T., TOLLSTEN L., BERGSTRÖM, G. Floral scents - a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. **Phytochemistry.** v. 33, n. 2, p. 253-280, 1993

MA, L., ZENG, Y., SUN, Y., WU, Z., LIU, M. Studies on the aroma volatile constituents of Ylang-Ylang flowers by gas chromatography and gas chromatography/mass spectrometry. **Sepu.** v. 6, p. 11–18, 1988.

PANG, C.C. **Floral biology, pollination ecology and breeding systems of selected Daymaschalon, Desmos, Pseuduvaria and Uvaria species (Annonacea) in southern China and Australia.** Tese (Doutorado em Filosofia) - University of Hong King. Hong Kong, 2012.

PELLMYR, O. THIEN L.B. Insect reproduction and floral fragrances: keys to the evolution of the angiosperms. **Taxon.** v. 35, 76–85, 1986.

PRIPDEEVECH, P. Analysis of odor constituents of *Melodorum fruticosum* flowers by solid-phase micro extraction gas chromatography-mass spectrometry. **Chemistry of Natu Comp.** v. 47, p. 292–294. 2011.

RAGUSO RA. Olfactory landscapes and deceptive pollination: signal, noise and convergent evolution in floral scent. In: BloMquist GJ, VOGT RG, eds. Insect pheromone biochemistry and molecular biology. The biosynthesis and detection of pheromones and plant volatiles. Amsterdam: **Elsevier Academic Press**, 631–650, 2003.

RATNAYAKE, R.M.C.S., GUNATILLEKE, I.A.U.N., WIJESUNDARA, D.S.A., SAUNDERS, R.M.K. Pollination ecology and breeding system of *Xylopia championii* (Annonaceae): curculionid beetle pollination, promoted by floral scents and elevated floral temperatures. **Internat. Jour. of Plant Sci**, v. 168, p. 1255–1268, 2007.

RUÍZ- RAMON, F., ÁGULILA, D.J., EGEA-CORTINES, M., WEISS, J. Optimization of fragrance extraction daytime and flower age affects emission in simple and double narcissi. **Ind. Crops and Prod.** v. 52, p. 671-678, 2014.

SHASHIREKHA, M.N.; BASKARAN, R.; RAO, L.J.; VIJAYALAKSHMI, M.R.; RAJARATHNAM, S. Influence of processing conditions on flavour compounds of custard apple (*Annona squamosa* L.). **LWT – Food Sci. and Tech.**, v. 41, p. 236-243, 2008.

TEICHERT, H. **Pollination biology of cantharophilous and mellittophilous Annonaceae na Cyclanthaceae in French Guiana.** 2008. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de Ulm. Ulm. 2008.

TEICHERT, H., DÖTTERL, S., GOTTESBERGER, G. Heterodichagamy na nitidulid beetle pollination in *Anaxagorea pirenoidea*, and early divergente Annonaceae. **Plant Sys and Evol.** v 291, p. 25-33, 2011

TEICHERT, H., DÖTTERL, S., ZIMMA, B., AYASSA, M., GOTTESBERGER, G. Perfume-collecting male euglossine bees as pollinators of a basal angiosperm: the case of *Unonopsis stipitata* (Annonaceae). **Plan. Biol.** v. 11, p. 29-37, 2008.

ZARBIN, P. H. G.; FERREIRA, J. T. B.; LEAL, W. S. Metodologias gerais empregadas no isolamento e identificação estrutural de feromônios de insetos. **Quím. Nov**, São Paulo, 22 v.2, p. 22, 1999.