



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

JHONATAN DAVID SANTOS DAS NEVES

**Biologia e Estudos sobre Resistência à mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae), em coqueiro**

Rio Largo, AL

2018

JHONATAN DAVID SANTOS DAS NEVES

**Biologia e Estudos sobre Resistência à mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae), em coqueiro**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientador Prof. Dr. Antonio Euzébio Goulart Santana

Co-orientador: Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo

Rio Largo, AL

2018

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

N518a      Neves, Jhonatan David Santos das  
              Avaliação da resistência constitutiva e induzida à mosca-branca  
*Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha:  
Aleyrodidae: Aleurodicinae), em Coqueiro) / Jhonatan David Santos das  
Neves – 2018.  
              102 f.; il.

              Tese (Doutorado Proteção de Plantas) - Universidade Federal de  
Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2018.  
              Orientação: Prof. Dr. Antônio Euzébio Goulart Santana  
              Coorientação: Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo

              Inclui bibliografia

              1. Alagoas 2. Manejo integrado de pragas 3. Voláteis de coqueiro  
I. Título.

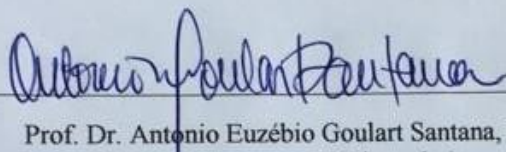
CDU: 632.9

Folha de Aprovação

JHONATAN DAVID SANTOS DAS NEVES

Biologia e Estudos sobre Resistência à mosca-branca *Aleurodicus pseudugessi* Martin,  
2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae), em coqueiro

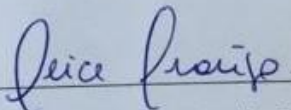
Tese de Doutorado apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Proteção de Plantas da  
Universidade Federal de Alagoas, como requisito  
parcial para obtenção do título de Doutor em  
Proteção de Plantas.



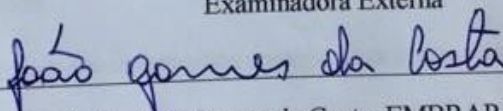
Prof. Dr. Antonio Euzébio Goulart Santana, PPGPP/CECA/UFAL  
(Orientador)

Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo, Embrapa Tabuleiros Costeiros, EMBRAPA/PPGPP/UFAL  
(Co-orientador)

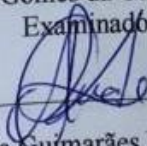
Banca Examinadora:



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alice Maria Nascimento de Araújo, PDCR/FAPEAL/CECA/UFAL  
Examinadora Externa



Prof. Dr. João Gomes da Costa, EMBRAPA -CPATC  
Examinador Externo



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriana Guimarães Duarte, PPGPP/CECA/UFAL  
Examinadora interna

## DEDICATÓRIA

A Deus, autor da vida...

Aos que não puderam estar fisicamente comigo, mas mesmo assim me apoiaram...

Aos que contribuíram para que eu chegasse até este degrau da minha vida pessoal e acadêmica.

A todos que acreditaram que eu podia vencer todos esses obstáculos e lutas...

Meu eterno obrigado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, criador, que por força do Espírito Santo ajudou-me todos os dias concedendo-me forças para ir em busca dos meus objetivos de vida e, por conceder que pessoas iluminadas estivessem sempre em meus caminhos.

À minha mãe Eliete que, em sua simplicidade nunca mediu esforços para ver meu sucesso e a toda minha família que sempre me incentivou na caminhada enquanto profissional e ser humano. Agradeço a todos vocês por compreenderem minhas ausências durante esse período de doutorado.

À minha noiva Kelyne Bastos pelo companheirismo, atenção, dedicação e compreensão nos momentos que mais precisei.

Ao Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo, por sempre ser meu incentivador na vida acadêmica, incentivando-me desde o período do mestrado, seu apoio e força contribuíram muito para que eu chegasse até o doutorado. Agradeço também pela paciência e compreensão nos momentos que mais precisei.

Ao Prof. Dr. Antonio Euzébio Goulart de Santana por aceitar ser meu orientador, por sempre estar disponível para receber-me e dialogar sobre a pesquisa da tese.

Ao Prof. Dr. João Gomes da Costa, por ajudar na parte da Ecologia Química e na estatística da pesquisa, e por aceitar participar como membro da banca. Agradeço todo o apoio no decorrer do doutorado, e pela disponibilidade de sempre.

À Profa. Dra. Alice Maria Nascimento de Araújo, por aceitar participar da minha banca, pelos incentivos de sempre, desde a época de mestrado, onde pudemos compartilhar trocas de experiências acadêmicas, muito obrigado pelas suas contribuições na banca de qualificação, por aceitar participar da banca de Tese.

À Profa. Dra. Adriana Guimarães Duarte pelos ensinamentos durante as disciplinas do doutorado e por aceitar participar e contribuir na minha banca de qualificação e agora na Tese. Muito obrigado por tudo!

Ao Prof. Dr. Henrique Fonseca Goulart pelo grande apoio na execução da pesquisa, nos experimentos com voláteis.

Ao Prof. Dr. Edmilson Santos Silva, por aceitar em contribui na participação da banca na condição de suplente.

Ao Prof. Dr. Aldomario Santo Negrisola Junior por aceitar em contribui na participação da banca, na condição de suplente.

Ao Sr. Antônio de Sousa Vieira, Técnico da Embrapa Tabuleiros Costeiros, pela grande parceria na montagem dos experimentos.

À doutoranda do Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais da UFAL (LPQRN) Kelly por todo apoio no uso dos equipamentos, Abel, Thiago, meu muito obrigado.

Ao Sr. Aldir do Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL pela ajuda nos momentos mais necessários.

Às minhas amigas Profa. Sara Jane, Amilkiane Protázio, Janice Gomes, Janaina Kivia.

Ao casal Franklin Adriano Cardoso de Barros e Lucymeire Guedes Ferreira, pelo acolhimento durante essa fase de doutorado, vocês foram verdadeiros pais que Deus colocou em minha vida.

À Universidade Federal de Alagoas- UFAL e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas

À Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo apoio na execução da pesquisa.

Aos professores que fazem parte do PPGPP pelos ensinamentos durante as disciplinas.

Aos amigos bolsistas e estagiários da Embrapa, em especial Cesar Gonçalves que se tornou um amigo-irmão.

Aos companheiros de pós-graduação do semestre 2014.2.

À Gleica Maria Correia Martins grande amiga-irmã das lutas acadêmica, também minha companheira na vida profissional, obrigado por tudo eu você representa na minha vida, eternamente grato por tudo, sem você tudo seria mais difícil. Agradeço pela nossa década de amizade.

Ao meu grande amigo de luta Prof. Rubens Pessoa de Barros, um exímio estudioso com quem pude caminhar desde o início de minha graduação até o doutorado. Sei que já lamentamos muitas agruras na vida, mas estamos chegando ao nosso objetivo, valeu meu velho, por tudo, pelas viagens até as aulas do doutorado, pelas revisões de conteúdo na estrada. Cada curva, por mais sinuosa que fosse, nunca foi capaz de impedir-nos de ver o horizonte que sempre almejamos.

À CAPES pela concessão da Bolsa de Doutorado.

Ao CNPq pelo financiamento do Projeto

A todos vocês que me ajudaram a não arrefecer nesta dura caminhada, meu muitíssimo obrigado.

Deus, nosso pai, abençoe a todos!

*Mais que uma tese, aqui se encontra uma história de vida. No decorrer dessa minha vida de doutorando tive que aprender a ser presente mesmo ausente. Tive que fazer escolhas em busca desse sonho. Tive que ligar para meus familiares nas datas mais importantes e justificar minha ausência física. Em meio a quilômetros de distância, eu sentia a presença de todos eles comigo.*

*A conclusão do meu doutorado é uma dedicatória para os meus amigos, meus orientadores, minha mãe que entendeu minha saída de casa para estudar fora e em especial para meus avós que da forma mais simples, me ensinaram o sentido mais complexo da vida, de maneira íntegra e honesta. E quando eu me sentia sozinho achando que nada chegaria até o fim, percebia a presença de Nossa Senhora, por meio das orações de minha vó, minha primeira professora na fé.*

*Obrigado por tudo!!!*

## EPÍGRAFE

*“Os rios não bebem sua própria água; as árvores não comem seus próprios frutos. O sol não brilha para si mesmo; e as flores não espalham sua fragrância para si. Viver para os outros é uma regra da natureza. (...)”*

*A vida é boa quando você está feliz; mas a vida é muito melhor quando os outros estão felizes por sua causa”.*

*Papa Francisco*



## RESUMO

A espécie *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae) têm sido encontradas danificando coqueiros na região Nordeste, nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba e Sergipe, no Norte, no estado do Pará e, no Sudeste, no Rio de Janeiro. A cultura do coqueiro é de grande importância econômica e social para o estado de Alagoas, por ser cultivada tanto por pequenos, quanto por médios e grandes agricultores. Logo, problemas ocasionados por pragas, sobretudo por essa espécie de mosca-branca, contribuem grandemente para a baixa produtividade da cultura na região. Neste sentido, destaca-se o uso de variedades resistentes, que podem manter as pragas abaixo dos níveis de dano econômico, sem causar distúrbios, poluição ambiental ou intoxicação dos operadores ou mesmo sem deixar resíduos nos alimentos. Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, por causa de sua constituição genotípica, é menos danificada do que outra, sob condições iguais, para o ataque do inseto. Dessa forma o presente trabalho de tese de doutorado, em andamento, tem como objetivos: a) desenvolver uma estratégia de controle da mosca-branca em coqueiro, por meio do método da resistência varietal; b) avaliar a resistência constitutiva de variedades de coqueiro à mosca-branca; c) avaliar o efeito da cis-jasmona como um indutor de resistência em coqueiro à mosca-branca; e d) identificar compostos orgânicos voláteis liberados pelo coqueiro antes e após a aplicação da cis-jasmona. As variedades estudadas no presente trabalho foram: Anão Verde de Jiqui (AVJ), Anão Vermelho de Camarões (AVC), Anão Vermelho da Malásia (AVM), Anão Vermelho de Gramame (AVG), Anão Amarelo de Gramame (AAG), Anão Amarelo da Malásia (AAM). Após a realização da biologia, constatou-se que, a duração da fase ovo-adulto da espécie *Aleurodicus pseudugesii*, sob as condições desse experimento foi de 36,2 dias. Há diferença na longevidade e no peso entre machos e fêmeas. Com os testes de coleta de voláteis e preferência, observou-se que, os compostos voláteis liberados pelas variedades anão verde de Jiqui (AVJ), anão vermelho de Camarões (AVC) e anão vermelho da Malásia (AVM) são atrativos para *A. pseudugesii*. A variedade AVG indica uma possível fonte de resistência do tipo não preferência (antixenose). Após a aplicação da cis-Jasmona a variedade AVM demonstrou não preferência para *A. pseudugesii*. As variedades AVJ e AVC são as mais preferidas para oviposição e pouso por adultos de *A. pseudugesii*. Nos experimentos realizados para avaliar a resistência constitutiva e induzida, observou-se que, a aplicação de cis-jasmona diminuiu a fecundidade das moscas-brancas *A. pseudugesii*, nas variedades seis variedades estudadas. As variedades AVC, AVM e AAM, diminuíram a viabilidade dos ovos de *A. pseudugesii*, após a aplicação da cis-jasmona. Com a aplicação da aplicação da cis-jasmona os genótipos AVJ, AVM, AVG, AAG e AAM, mostraram resistência do tipo antixenose à *A. pseudugesii*.

**Palavras-chave:** Alagoas. Manejo integrado de pragas. Voláteis de coqueiro.

## ABSTRACT

The species *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae) has been found damaging coconut trees in the Northeast, in the states of Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba and Sergipe, in the North, in the state of Rio de Janeiro. The culture of coconut tree is of great economic and social importance for the state of Alagoas because it is cultivated by small, as well as by medium and large farmers. Therefore, problems caused by pests, especially by whitefly, contribute greatly to the low productivity of the crop in the region. In this sense, the use of resistant varieties, which can keep the pests below the levels of economic damage, without causing disturbances, environmental pollution or intoxication of the operators and without leaving residues in the food stands out. A resistant plant can be defined as one that, because of its genotypic constitution, is less damaged than another, under equal conditions, for insect attack. In this way, the present thesis work, in progress, has the following objectives: a) to develop a strategy of control of the whitefly in coconut tree, through the method of varietal resistance; B) to evaluate the constitutive resistance of coconut varieties to whiteflies; C) to evaluate the effect of cis-jasmone as an inducer of resistance in coconut to the whitefly; And D) to identify volatile organic compounds released by the coconut before and after the application of cis-jasmone. The varieties studied in the present study were: dwarf green Jiqui (DGJ), red dwarf Cameroon (DRC), red dwarf Malaysia (DRM), Gramame red dwarf (DRG), Gramame yellow dwarf (DYG), yellow dwarf from Malaysia (DYM). After the biology, it was verified that the duration of the egg-adult phase of the specie *Aleurodicus pseudugesii* under the conditions of this experiment was 36.2 days. There is difference in longevity and weight between males and females. With the volatile collection and preference tests, it was observed that the volatiles released by the varieties dwarf green of Jiqui (DGJ), red dwarf Cameroon (DRC) and red dwarf Malaysia (DRM) are attractive for *A. pseudugesii*. The AVG (DRG) variety indicates a possible non-preferred type of resistance (antioxenosis). After application of cis-Jasmone the (DRM) variety showed no preference for *A. pseudugesii*. (DGJ) and (DRC) are the most preferred for oviposition and landing by adults of *A. pseudugesii*. In the experiments carried out to evaluate the constitutive and induced resistance, it was observed that the application of cis-jasmone decreased the fecundity of whiteflies *A. pseudugesii*, in the six varieties studied. The DRC, DRM and DYM strains decreased the viability of *A. pseudugesii* eggs after the application of cis-jasmone. With the application of cis-jasmone, the genotypes DGJ, DRM, DRG, DYG and DYM showed antixenosis resistance to *A. pseudugesii*.

**Keywords:** Alagoas. Integrated pest management. Coconut volatiles.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mosca-branca <i>A. pseudugesii</i> em folíolo de coqueiro. ....	25
Figura 2 – Postura/Ovos (A).Ninfas de <i>A. pseudugesii</i> (B).....	26
Figura 3 – Folíolo de coqueiro atacado por <i>A. pseudugesii</i> (A). Pupário após a emergência do adulto (em destaque no retângulo vermelho) (B). Diferenciação de macho (porção terminal do abdômen em formato de pinça) e fêmea (porção terminal do abdômen em formato de tubo) (C). .....	27
Figura 4 - Sintomas do ataque de mosca-branca. A – Fios translúcidos. B- Presença do fungo <i>Capnodium</i> spp. ....	28
Figura 5 - A) Gaiola entomológica feita com estrutura de garrafa do tipo PET, utilizada para infestação; B) Folíolo infestado com moscas-brancas na gaiola feita com garrafa PET. ....	45
Figura 6 – A) Lupa estereoscópica utilizada para avaliar o bioensaio. B) Folíolos em placas de Petri.....	47
Figura 7 – Macho (A) e Fêmea (B) de <i>Aleurodicus pseudugesii</i> Martin, 2008. <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
Figura 8 – Postura de <i>Aleurodicus pseudugesii</i> Martin, 2008 em coqueiro (A). Esquema para cálculo da área da elipse (semieixos <i>a</i> e <i>b</i> ).....	48
Figura 9 – Gráfico com valores médios e correlacionados com dias a partir da primeira postura realizada pela mosca-branca <i>A. pseudugesii</i> ( $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017. .....	51
Figura 10 - A) Frutos de coqueiro dispostos verticalmente em cova germinadora; B) Mudanças de coqueiro 10 meses após a semeadura. ....	60
Figura 11 – Preparação para transplante das mudas do viveiro para vasos no campo. A) Disposição dos vasos no campo; B) Vaso/Bombona de 100 L com solo pronto para o plantio; C) Mudanças com 24 horas após o transplante; D) Coqueiros aos 12 meses após o transplante. .....	61
Figura 12 – Procedimentos laboratoriais: A) Ativação dos traps em aquecedor sob temperatura de $200^{\circ}\text{C}$ . B) Dessorção para armazenamento dos voláteis coletados. C) Tubos (traps) e materiais necessários para o procedimento de dessorção e lavagem. ....	62
Figura 13 – Coleta de voláteis de coqueiro em campo, Rio Largo-AL 2016. A) Sistema de aeração montado em campo; B) Saco de polietileno coletor de voláteis com “trap”.....	62
Figura 14 – Material utilizado para a preparação da emulsão com cis-jasmona A). Aplicação em campo da cis-jasmona em plantas de coqueiro B).....	63

Figura 15 – Estrutura do olfatômetro horizontal utilizado nos testes de preferência .....	65
Figura 16 – Folíolos (B) das variedades em caixa entomológica (A) acondicionada em temperatura ambiente de $26 \pm 3$ °C, no laboratório de Biotecnologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros. ....	67
Figura 17 – Preferência de <i>A. pseudugesii</i> por voláteis de variedades de coqueiro, em olfatômetro horizontal ( $25 \pm 3$ °C; UR: $70 \pm 10$ %), Rio Largo-AL, 2017.....	68
Figura 18 – Preferência de <i>A. pseudugesii</i> por voláteis de variedades de coqueiro, após a aplicação de cis-jasmona ( $\geq 85$ %, Sigma-Aldrich, EUA) em olfatômetro horizontal ( $25 \pm 3$ °C; UR: $70 \pm 10$ %), Rio Largo-AL, 2017.....	69
Figura 19 – Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL. ....	73
Figura 20 - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Vermelho de Camarões, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.....	74
Figura 21 - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Vermelho da Malásia, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.....	76
Figura 22 - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Vermelho de Gramame, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.....	77
Figura 23 - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Amarelo de Gramame, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.....	79
Figura 24 - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Amarelo da Malásia, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.....	80
Figura 25 - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui, após aplicação de cis-jasmona ( $\geq 85$ %, Sigma-Aldrich, EUA), com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL. ....	83
Figura 26 - Cromatograma do extrato volátil da variedade Anão Vermelho de Gramame, após a aplicação de cis-Jasmona ( $\geq 85$ %, Sigma-Aldrich, USA), com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL. ....	83

Figura 27 – Gaiola feita com garrafa PET utilizada para infestar os folíolos no campo.....94

Figura 28 – Folíolos acondicionados nas gaiolas entomológicas no laboratório (A). Avaliação com auxílio de lupa estereoscópica binocular (B).....95

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Maiores produtores de coco do mundo. ....	20
Tabela 2 - Duração em dias das fases da mosca-branca <i>A. pseudugesii</i> ( $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017.....	49
Tabela 3 – Período de pré-oviposição (média $\pm$ EP) de <i>A. pseudugesii</i> e viabilidade de ovos, ninfas e adultos ( $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017. ....	50
Tabela 4 – Longevidade e peso de machos e fêmeas (média $\pm$ EP) de .....	50
Tabela 5 – Preferência de adultos e oviposição (média $\pm$ EP) de mosca-branca por folíolo das seis variedades de coqueiro testadas ( $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ ), Rio Largo, AL, 2017.....	70
Tabela 6 – Preferência de adultos e posturas (Média $\pm$ EP) de mosca-branca por folíolo das seis variedades de coqueiro testadas, após a aplicação de cis-jasmona. Temperatura: $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; UR: $70 \pm 10\%$ , Rio Largo, AL, 2017. ....	72
Tabela 7 – Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui. ....	73
Tabela 8 - Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho de Camarões.....	75
Tabela 9 - Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho da Malásia. ....	76
Tabela 10 - Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho de Gramame.....	78
Tabela 11 - Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo de Gramame.....	79
Tabela 12 - Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo da Malásia.....	80
Tabela 13 - Índice de Kovats (IK*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Verde de Jiqui, após aplicação da cis-jasmona. ....	83
Tabela 14 - Índice de Kovats (KI*) calculado e compostos orgânicos voláteis identificados por CG/MS, para a variedade Anão Vermelho de Gramame (AVG), após a aplicação de cis-Jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, USA). ....	84
Tabela 15 — Duração em dias (média $\pm$ EP) das fases de ovo-adulto de <i>Aleurodicus pseudugesii</i> Martin, 2008 em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, EUA), Rio Largo-AL, 2017. ....	97

Tabela 16 - Viabilidade da fase de ovo e período ninfal de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, USA), Rio Largo-AL, 2017..... 98

Tabela 17 - Período reprodutivo em dias (média  $\pm$  EP) de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008, em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, EUA), Rio Largo-AL, 2017..... 98

Tabela 18 - Média ( $\pm$  EP) de ovos/folíolo de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, EUA), Rio Largo-AL, 2017 ..... 99

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	19
2.1 Aspectos botânicos do coqueiro ( <i>Cocos nucifera</i> L.) .....	19
2.2 Aspectos socioeconômicos e produção de coqueiro .....	20
2.3 Variedades de coqueiro no Brasil .....	21
2.4 Banco Ativo de Germoplasma Vegetal - BAG de Coqueiro da Embrapa Tabuleiros Costeiros .....	22
2.5 Insetos na cultura do coqueiro .....	23
2.6 Mosca-branca <i>Aleurodicus pseudugesii</i> (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae) na cultura do coqueiro.....	25
2.7 O princípio das defesas das plantas.....	29
2.8 Resistência de plantas .....	30
2.8.1 Graus de resistência .....	31
2.9 Causas de resistência: morfológicas, química e físicas.....	32
2.9.1 Causas morfológicas .....	32
2.9.2 Mecanismos químicos.....	33
3 BIOLOGIA DA MOSCA-BRANCA <i>Aleurodicus pseudugesii</i> MARTIN, 2008 (HEMIPTERA: STERNORRHYNCHA: ALEYRODIDAE: ALEURODICINAE), EM COQUEIRO ANÃO. ....	42
RESUMO .....	42
ABSTRACT.....	43
3.1 INTRODUÇÃO .....	44
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	45
3.2.1 Obtenção das plantas de coqueiro.....	45
3.2.2 Obtenção dos insetos.....	46
3.2.3 Realização dos bioensaios.....	46
3.2.4 Parâmetros analisados .....	46
3.2.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	48
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
3.4 CONCLUSÃO .....	51
REFERÊNCIAS.....	52
4 COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS DE SEIS GENÓTIPOS DE COQUEIRO ANÃO ( <i>Cocos nucifera</i> L.) E ATRATIVIDADE À MOSCA-BRANCA <i>Aleurodicus pseudugesii</i> MARTIN, 2008.....	55
RESUMO .....	55
ABSTRACT.....	56
Keywords: Preference. Varieties of coconut. Olfatometry.4.1 INTRODUÇÃO .....	56
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	59
4.2.1 Obtenção das mudas .....	59
4.2.2 Plantio das mudas em vasos no campo .....	60
4.2.3 Coleta de voláteis.....	61



4.2.4 Injeção e análises dos voláteis coletados .....	63
4.2.5 Bionsaios com olfatômetro .....	65
4.2.6 Análise estatística.....	66
4.2.7 Avaliação da preferência das variedades de coqueiro à mosca-branca .....	66
4.2.8 Delineamento e análise estatística.....	67
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO. ....	67
4.3.1 Teste de preferência com livre escolha .....	70
4.4 CONCLUSÕES .....	85
REFERÊNCIAS.....	86
5 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA À MOSCA-BRANCA <i>Aleurodicus pseudugesii</i> MARTIN, 2008 EM SEIS VARIEDADES DE COQUEIRO ANÃO	
RESUMO .....	90
ABSTRACT.....	91
5.1 INTRODUÇÃO .....	92
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	93
5.2.1 Obtenção dos insetos.....	93
5.2.2 Obtenção dos genótipos de coqueiro .....	93
5.2.3 Realização dos testes de resistência constitutiva e induzida nas seis variedades de coqueiro anão .....	93
5.2.4 Parâmetros analisados .....	95
Delineamento experimental e análise estatística.....	95
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	96
5.4 CONCLUSÃO .....	100
REFERÊNCIAS.....	100

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do coqueiro é de grande importância econômica e social para o estado de Alagoas, por ser cultivada tanto por pequenos, quanto por médios e grandes agricultores. Problemas ocasionados por pragas, sobretudo por mosca-branca, contribuem grandemente para a baixa produtividade da cultura na região. Além disso, o uso indiscriminado de agrotóxicos registrados e não registrados para o controle de pragas é generalizado, principalmente entre produtores de médio e grande porte, enquanto que pequenos cococultores carecem de recursos para compra destes produtos e não possuem opções ecológicas de manejo desta praga (JESUS-JÚNIOR et al., 2015).

No Brasil, as moscas-brancas causam sérios problemas em diversas culturas de importância econômica e, mais recentemente, têm sido observadas na cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (OMENA et al., 2012). Cerca de quarenta e três espécies de moscas-brancas são listadas em palmeiras e, destas, cerca de 80% em coqueiro (HOWARD, 2001). Populações da espécie *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae) têm sido encontradas danificando coqueiro na região Nordeste, nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Paraíba e Ceará, no Norte no Estado do Pará e no sudeste do estado do Rio de Janeiro (OMENA et al., 2012).

Uma forma de manter a praga sob controle é o uso de variedades resistentes, que podem manter as pragas abaixo dos níveis de dano econômico, sem causar distúrbios, poluição ambiental ou intoxicação dos operadores, sem deixar resíduos nos alimentos, sem exigir conhecimentos específicos por parte do agricultor, além de apresentar ação contínua contra os insetos sem acarretar qualquer ônus adicional e estar em consonância com a filosofia do manejo integrado de pragas (GALLO et al., 2002; VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011).

Como a resistência é resultante da relação entre inseto e planta, a identificação de uma variedade resistente pode ser feita tanto por meio de parâmetros da planta (diferença na sobrevivência, destruição dos diferentes órgãos vegetais, produção, qualidade do produto, etc.), quanto por meio de parâmetros do inseto (diferença na população, oviposição, consumo de alimento, duração do ciclo biológico, fecundidade, etc.) (VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011). Com relação a *A. pseudugesii*, nenhum estudo de resistência foi realizado, o que torna imprescindível a avaliação de genótipos de coqueiro à praga, a fim de que os genótipos

resistentes sejam prontamente disponibilizados aos produtores e que também sejam utilizados em programas de melhoramento da cultura.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos a) desenvolver uma estratégia de controle da mosca-branca *A. pseudugesii* em coqueiro, por meio do método da resistência varietal; b) avaliar a resistência constitutiva de variedades de coqueiro à mosca-branca; c) avaliar o efeito da cis-jasmona como um indutor de resistência em coqueiro à mosca-branca; d) identificar compostos orgânicos voláteis liberados pelo coqueiro antes e após a aplicação da cis-jasmona.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos botânicos do coqueiro (*Cocos nucifera* L.)

Botanicamente, o coqueiro, recebe o nome científico de *Cocos nucifera* L., pertence à classe Monocotyledoneae, ordem Palmales, família Arecaceae (Palmae), subfamília Cocoideae e gênero *Cocos*. Este gênero apresenta somente a espécie *C. nucifera* que, por sua vez, é constituída de três a quatro variedades. Destas, as principais variedades usadas comercialmente são a Nana (Var. anã) e a Typica (Var. gigante). Do cruzamento dessas duas variedades obtém-se o híbrido intervarietal, de ampla utilidade comercial, tanto in natura (uso culinário, água de coco, doces, bolos, etc) quanto agroindustrial (água de coco, leite de coco, óleo, etc) (LOIOLA, 2009).

O coqueiro é uma planta perene de porte ereto (podendo ser curvo), sem ramificações e de folhagem restrita ao topo e dependendo das condições ambientais, pode alcançar grandes alturas. O caule é classificado como do tipo estipe (caule das palmeiras, cilíndrico sem meristemas secundários), ligeiramente inchado na base e delgado no tronco. Suas raízes são pouco profundas, do tipo fasciculada, com várias raízes primárias grossas, com pequena capacidade de absorção, tendo como função principal a forte fixação do coqueiro ao solo (LIOLA, 2009).

A folha do coqueiro é do tipo penada, sendo constituída pelo pecíolo, que continua pela raquis onde se prendem numerosos folíolos. Uma folha madura possui comprimento variável, com 200 a 300 folíolos de 90 a 130cm de comprimento. O comprimento e o número de folíolos variam de acordo com a idade do coqueiro. Um coqueiro-gigante adulto emite de 12 a 14 folhas por ano e um coqueiro-anão adulto 18 folhas por ano. Essas folhas permanecem no coqueiro por um período de três a três anos e meio, apresentando uma copa com 25 a 30 folhas (FOALE; HARRIES, 2009)

Segundo Souza, Melo e Macin (2017), o coqueiro possui inflorescências paniculadas e axilares, protegidas por brácteas grandes, chamadas espatas. A espata, ao completar seu desenvolvimento (três a quatro meses), abre-se, libertando a inflorescência, que é formada pelo pedúnculo, espigas e flores. Cada espiga possui flores masculinas e numerosas flores femininas. O número de flores femininas é influenciado pelas condições nutricionais e hídricas da planta. O fruto do coqueiro é uma drupa, formado por epiderme lisa, ou epicarpo, que envolve o mesocarpo espesso e fibroso, ficando mais para o interior uma camada muito dura, o endocarpo.

A semente é envolvida pelo endocarpo, que é constituído por uma camada de cor marrom chamada tegumento, que fica entre o endocarpo e o albúmem.

## 2.2 Aspectos socioeconômicos e produção de coqueiro

O coqueiro tem um importante papel socioeconômico mundialmente, inclusive nos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil, onde é cultivado, em sua grande maioria, por pequenos produtores, nos solos arenosos e pobres, com baixa aptidão para outras atividades. Também é uma cultura importante para a sustentabilidade dos ecossistemas frágeis das ilhas e regiões tropicais costeiras onde poucas espécies vegetais são capazes de sobreviver, sendo também considerada uma das mais importantes oleaginosas do mundo, ocupando a quinta posição na produção mundial de óleos vegetais. Além de ser um dos principais produtos de consumo nas faixas litorâneas brasileiras, o coco passa por um processo de franca expansão de produção e consumo (PERSLEY, 1992; PAZ; PEDROZA; OLIVEIRA, 2017; FOALE; HARRIES, 2009).

Grande parte dos lugares que cultivam essa Arecaceae a utiliza para produção de frutos, com o objetivo de explorar comercialmente a copra para produção de óleo e coco seco desidratado. No Brasil, o quarto maior produtor do mundo (Tabela 1), o coqueiro é cultivado com a finalidade de produzir frutos destinados à agroindústria para produção principal de coco ralado, leite de coco, além da água de coco. Este segmento de água de coco tem crescido nos últimos anos no Brasil e no mundo, apresentando ainda grandes perspectivas, tendo em vista o crescimento do consumo nos mercados interno e externo, o qual tem sido normalmente associado à qualidade de vida e saúde (MARTINS; JESUS-JÚNIOR, 2011).

**Tabela 1** - Maiores produtores de coco do mundo.

País	Produção de coco 2016 (mil toneladas )	Total mundial (%)
Indonésia	18.000.000	30,0%
Filipinas	15.862.386	26,4%
Índia	10.560.000	17,0%
Brasil	2.888.532	4,8%
Sri Lanka	2.000.000	3,3%

Fonte: (FAO – 2016; AGRIANUAL, 2016)

A produção de frutos ainda é um fator que oscila na cocoicultura, há determinantes que corroboram para o aumento da quantidade de frutos produzidos, principalmente no superávit que ocorre em determinados anos. O aumento na produção de frutos ocorre pelo acréscimo das áreas de cultivo, mas principalmente pelo incremento tecnológico na condução e manejo dos coqueirais, sistema intensivo de cultivo, e variedades melhoradas de coqueiros. Dessa forma, as ações conjuntas contribuem para o aumento da produtividade e avanço do cultivo de coqueiro no Brasil (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2011).

Embora a expansão da cocoicultura no Brasil venha surpreendendo a todos com os plantios em regiões não tradicionais, como o semiárido nordestino, região Centro-Oeste do Brasil, e até o norte do Paraná, observa-se o seu predomínio na região litorânea nordestina. Dentre os dez maiores estados produtores de coco do Brasil, sete são da região Nordeste. Em 2009, a liderança da produção foi do Estado da Bahia, seguido de Sergipe e Ceará. Estes três estados ainda continuam na liderança, mas a diferença é que o estado de Alagoas à época ocupava a 10<sup>a</sup> colocação em área plantada e produção e, agora, segundo dados do Agriannual (2016), está na 5<sup>a</sup> posição com uma área média de 15.476 hectares plantados.

No Brasil, o mercado do coco verde tem crescido nos últimos anos, podendo-se afirmar que um dos fatores são áreas de plantio com coco anão destinado à produção de água. Outro aspecto que contribui para tal crescimento é o consumo da água de coco, impulsionado principalmente pela inclusão de hábitos saudáveis no comportamento da população brasileira (SEBRAE, 2016). Em Alagoas, pode-se comprovar o aumento na produção de frutos comparando-se os anos de 2009 e 2015, com produção média de 53 milhões e 61 milhões de frutos, respectivamente (AGRIANUAL, 2016).

### 2.3 Variedades de coqueiro no Brasil

No Brasil, as evidências históricas indicam que o coqueiro gigante foi introduzido pela primeira vez pelos portugueses em 1553. As introduções iniciais dos coqueiros-anões ocorreram da seguinte forma: anão verde em 1925, de Java e, em 1939, do norte da Malásia; anão amarelo em 1938 e anão vermelho em 1939, ambos provenientes também do norte da Malásia. O anão vermelho de Camarões foi introduzido a partir de 1978, procedente da Costa do Marfim (ARAGÃO, 2002).

A variedade anã apresenta as subvariedades verde, vermelha e amarela. Os híbridos de coqueiro mais utilizados são resultantes dos cruzamentos entre essas variedades (ARAGÃO, 2000; SIQUEIRA et al., 1998).

A variedade de coqueiro gigante é, predominantemente, de polinização cruzada, heterozigótica (KONAN; BOURDEIX; GEORGE, 2008), em que as flores masculinas se formam antes das flores femininas, como estratégia para evitar a autofecundação. As plantas têm estipe com circunferência média de 84 centímetros e atingem, em média, altura de 18 m. As folhas têm comprimento médio de 5,5 m. O florescimento é tardio, ocorrendo normalmente entre seis e oito anos após o plantio. A produção de flores é contínua. Os frutos variam em tamanho, de médio a grande, sendo necessários de 4.000 a 5.200 frutos para se produzir uma tonelada de copra. As plantas são tolerantes a diversos tipos de solos e de climas e, sob condições favoráveis, o período de produção econômica é de cerca de 60 anos (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002).

Já o coqueiro anão, apresenta predominantemente autopolinização e é homozigótico, onde as fases de formação das flores masculinas e femininas são coincidentes. Tem estipe cilíndrico com circunferência média de 56 centímetros e atinge altura média de 8 a 12 metros. As folhas são mais curtas, com comprimento em torno de 4 m. Florescem entre três e quatro anos após o plantio (KONAN; BOURDEIX; GEORGE, 2008). Os frutos são geralmente pequenos e são requeridos de 9.000 a 12.000 frutos para se produzir uma tonelada de copra. As plantas se desenvolvem bem em solos profundos, férteis e em regiões com precipitação bem distribuída. Têm grande suscetibilidade a pragas e doenças, e sofrem muito com o déficit hídrico. A vida útil de produção econômica está em torno de 30 a 40 anos. Essa variedade tem sido usada em programas de melhoramento genético e também na produção de coco verde para fornecimento de água (SIQUEIRA; ARAGÃO; TUPINAMBÁ, 2002).

#### 2.4 Banco Ativo de Germoplasma Vegetal - BAG de Coqueiro da Embrapa Tabuleiros Costeiros

A Embrapa Tabuleiros Costeiros iniciou suas pesquisas com a cultura do coco por meio da criação da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Quissamã (1975), que depois se transformou no Centro Nacional de Pesquisa de Coco (1985) e, atualmente, Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju, SE. Os trabalhos com recursos genéticos e a criação do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Coco tiveram início em 1982, por meio de acordo internacional que permitiu a importação dos primeiros acessos de coco. O banco mantém a

variabilidade genética por meio da conservação in vivo de cerca de duas mil plantas, correspondentes a 29 acessos de coqueiro-anão e gigante. Embora seja composto por um número reduzido de acessos, introduzidos de diferentes regiões geográficas do mundo, assim como coletados no litoral da região Nordeste do Brasil, esse BAG é o segundo mais importante das Américas, o principal da América do Sul e o único do país (RAMOS et al., 2015).

Os acessos exóticos foram introduzidos da Costa do Marfim, através do Banco Internacional de Germoplasma de Coco para América Latina e Caribe, conforme acordo firmado recentemente entre a Embrapa, Bioversity International (antigo IPGRI - International Plant Genetic Resources Institute) e FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (EMBRAPA, 2017).

Além da conservação dos acessos, o BAG tem por objetivos realizar o manejo do germoplasma referente à introdução, intercâmbio, coleta, caracterização, avaliação e documentação dos acessos, assim como promover o mais amplo uso do germoplasma conservado nas diversas atividades de pesquisa e treinamento. O manejo dos acessos conservados no BAG de coco é realizado por meio de ações contínuas de caracterização morfológica, agrônômica e molecular e avaliação, especialmente para aspectos fitossanitários, agronômicos e nutricionais (RAMOS et al., 2015; EMBRAPA, 2017; RAMOS; BRITO; TUPINAMBÁ, 2012).

## 2.5 Insetos na cultura do coqueiro

De maneira bem ampla, os insetos estão presentes em praticamente todos os ambientes, desde locais extremamente quentes até regiões com temperaturas abaixo de zero. O papel que desempenham nos diversos ecossistemas é inegável, estando envolvidos em vários processos e interações ecológicas, como polinização, predação, ciclagem de nutrientes, herbivoria e controle biológico. No entanto, na condição de insetos-praga, esses organismos trazem diversos danos à cultura onde estejam presentes (CAMARGO et al., 2015). Algumas espécies são consideradas insetos-praga, uma vez que geram impacto significativo na produção, e atuam como vetores de doenças de plantas. Assim, compreender as funções ecossistêmicas desempenhadas pelos insetos e seu efeito sobre as plantas é, sem dúvida, um amplo entendimento que requer várias áreas do conhecimento (CARRANO-MOREIRA, 2014).

Quase todas as estruturas do coqueiro podem ser fontes de alimento para diversas espécies de insetos e ácaros. Estes organismos são pragas específicas, seja da folhagem, das



flores, dos frutos, do estipe ou das raízes, causando danos que variam de atraso no desenvolvimento, perda ou atraso na produção à morte da planta. Algumas dessas espécies têm preferência pela planta jovem, por seus tecidos mais tenros, enquanto outras preferem as mais velhas e em produção. Os surtos são também favorecidos pela ocorrência dos fatores ambientais, pela utilização de tratos culturais inadequados, e pela utilização indiscriminada de um grande número de defensivos agrícolas (FERREIRA; MICHEREFF-FILHO, 2002).

Segundo Camargo et al. (2015), a classe Insecta apresenta uma imensurável diversidade em termos de espécies. Como consequência, seus representantes exibem os mais variados hábitos, habitats, comportamentos e morfologia. Dessa maneira, a diversidade de pragas nos coqueirais constitui um fator limitante à exploração, respondendo de forma significativa pelo depauperamento geral da cultura e também pela redução da produtividade, visto que grande parte dos coqueirais brasileiros é cultivada por pequenos produtores sem acesso à tecnologia e a recursos financeiros, aumentando ainda mais a precariedade no manejo (MOURA; VILELA, 1998).

Um complexo de insetos-praga está associado a Arecaceae, ocasionando injúrias, de acordo com seus níveis de infestação, como por exemplo, os pulgões *Cerataphis lataniae* Boisduval, 1867 (Hemiptera: Aphididae) e *Cerataphis brasiliensis* Hempel, 1901 (Hemiptera: Aphididae); as moscas-brancas *Aleurothrixus floccosus* (Maskell, 1896) (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Aleurodicus coccois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae); as formigas cortadeiras (*Atta* spp.) (Hymenoptera: Formicidae), os besouros *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae), *Rhinostomus barbirostris* Fabricius, 1775, (Coleoptera: Curculionidae), *Pachymerus nucleorum* Fabricius, 1792 (Coleoptera: Bruchidae), *Xyleborus* spp., (Coleoptera: Curculionidae), *Metamasius hemipterus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae); e as mariposas *Synale hylaspes* (Stoll, 1781) (Lepidoptera: Hesperiiidae), *Opsiphanes invirae* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Nymphalidae), *Eupalamides cyparissias* Fabricius, 1777 (Lepidoptera: Castniidae) e *Brassolis sophorae* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Nymphalidae) (OLIVEIRA et al. 2002; SANTOS; CREÃO-DUARTE; LUNZ, 2015; JESUS-BARROS; FREITAS; GROSSI, 2013).

A capacidade reprodutiva da maioria das espécies pode constituir ameaça à plantação de coco, principalmente, na ausência de fatores naturais de mortalidade, provocada pela intervenção desastrosa do homem ou pelas condições adversas do clima, ou ainda pela falta de um manejo integrado de pragas (FERREIRA, 2008). Destaca-se ainda a necessidade de

pesquisas sobre moscas-brancas, uma vez que, essas vêm atacando plantas em grandes países produtores de coco, como por exemplo, a Índia que, em 2016 teve um grande impacto com o ataque da espécie *Aleurodicus rugioperculatus* Martin, 2004 (Hemiptera: Aleyrodidae). (SUNDARARAJ; SELVARAJ, 2017). Por isso, estudos sobre a resistência induzida/constitutiva se fazem tão necessários, uma vez que pode contribuir dentro de uma perspectiva de manejo integrado da cultura do coqueiro.

#### 2.6 Mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae) na cultura do coqueiro

O coqueiro é atacado por um complexo de moscas-brancas no Brasil, sendo que a principal espécie na região nordeste é *Aleurodicus pseudugesii* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae: Aleurodicinae) (Figura 1) (HOWARD et al., 2001; FERREIRA et al., 2011). Esta praga ataca principalmente os folíolos do coqueiro, levando a um embranquecimento generalizado da folha, em consequência de uma camada cerosa secretada e do *honeydew*.

**Figura 1** - Mosca-branca *A. pseudugesii* em folíolo de coqueiro.



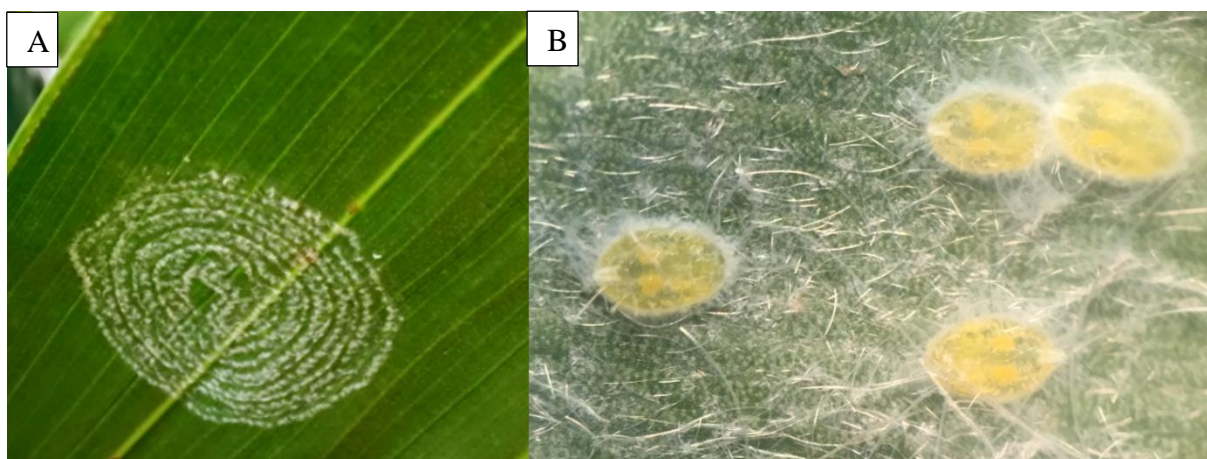
Fonte: Autor (2017).

Pelo fato de a descrição da espécie *A. pseudugesii* e também o conhecimento da sua ocorrência no Brasil serem relativamente recentes (OMENA et al., 2012), ainda não se dispõe de informações sobre métodos de controle eficientes, os quais são extremamente necessários, principalmente dentro de uma filosofia holística do manejo integrado de pragas.

Em geral, as moscas-brancas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae) apresentam reprodução sexuada ou partenogenética. Os adultos são pequenos, medindo 1 a 2 mm de comprimento possuem aparelho bucal picador-sugador e dois pares de asas de coloração branca. Quando em repouso, as asas são mantidas levemente separadas, com os lados paralelos e na forma de um telhado, podendo-se visualizar o abdome, cuja coloração é amarela (Figura 1). Os ovos são depositados na face inferior das folhas e presos por um pedúnculo curto, o formato da postura da espécie *A. pseudugesii*, se assemelha a uma digital (Figura 2A) (WOLFF, 2012; HAJI et al., 2005).

As ninfas são translúcidas e apresentam coloração amarela a amarelo-clara (Figura 2B). Logo após a eclosão, se locomovem sobre as folhas, procurando um local para se fixarem e iniciarem a sucção da seiva. Quando próximo à emergência dos adultos, através do tegumento das ninfas, podem ser percebidos a forma do adulto e o aparecimento de olhos vermelhos (Figura 2B).

**Figura 2** – Postura/Ovos (A). Ninfas de *A. pseudugesii* (B).



Fonte: Autor (2016).

A emergência do adulto realiza-se por meio de uma abertura (Figura 3B) em forma de “T” invertido, na região anterior dorsal do pupário (exúvia do último ínstar da ninfa) (HAJI et al., 2005).

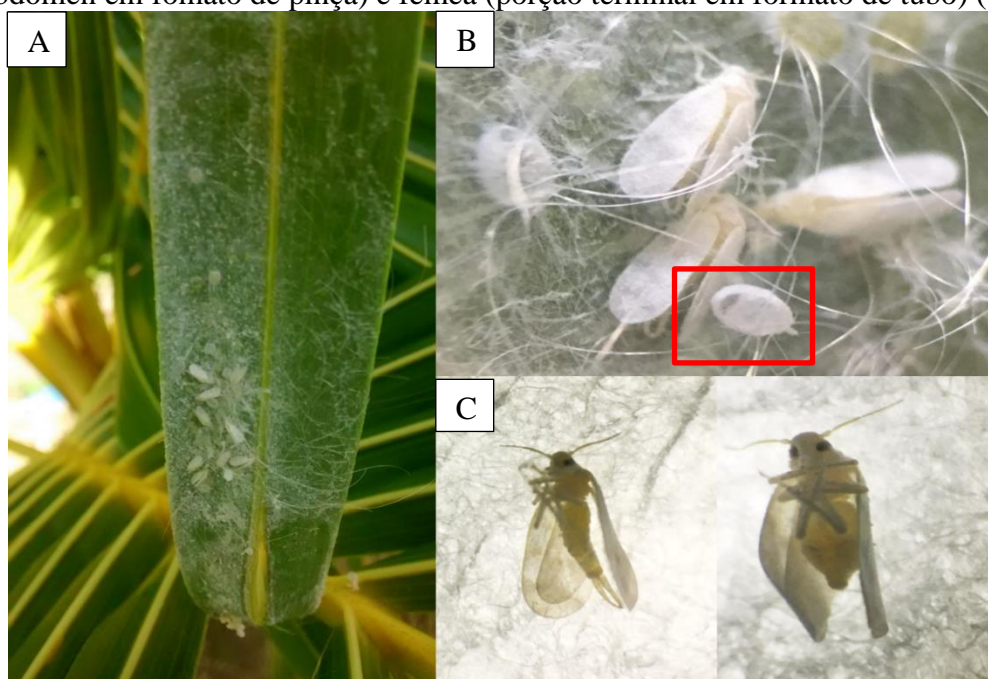
O potencial reprodutivo da mosca-branca depende da fecundidade, duração do ciclo biológico e razão sexual (HILJE, 1995). O desenvolvimento da mosca-branca é influenciado pelo período quente e seco, sendo que a precipitação pluviométrica contribui para a redução de

sua população. Segundo Ferreira et al. (2011), quanto mais quente e seco o clima, menor é o tempo entre as fases de ovo e adulto.

Os aleirodídeos são encontrados na face inferior das folhas, onde formam grandes colônias envoltas em densos filamentos cerosos (Figura 3A), sugam de forma contínua a seiva do vegetal e provocam o amarelecimento das folhas (WOLFF, 2012).

Espécies de mosca-branca têm alta capacidade reprodutiva (100 a 300 ovos/fêmea) e rapidez de multiplicação, chegando a produzir até 16 gerações por ano. Seu processo de voo e movimentação acontece, de maneira mais intensa, nas horas mais frescas do dia. Considera-se o vento o principal fator de sua disseminação dentro e entre lavouras, mas convém não descartar seu transporte em roupas, equipamentos, veículos e mudas provenientes de viveiros infestados. O reflexo do ataque da mosca-branca sobre a produção do coqueiro ocorre após dois anos, uma vez que o ciclo produtivo do coqueiro, da diferenciação dos primórdios florais à colheita, dura aproximadamente 24 a 32 meses (FERREIRA et al., 2011).

**Figura 3** – Foliolo de coqueiro atacado por *A. pseudugesii* (A). Pupário após a emergência do adulto (em destaque no retângulo vermelho) (B). Diferenciação de macho (porção terminal do abdômen em formato de pinça) e fêmea (porção terminal em formato de tubo) (C).



Fonte: Autor (2017).

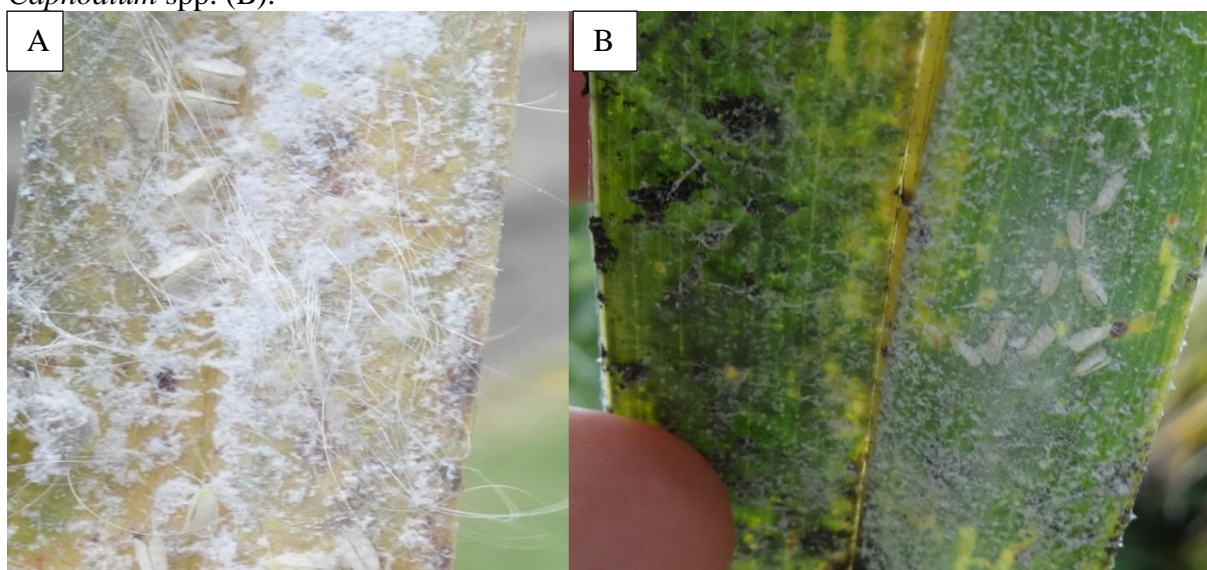
Hilje (1993) afirma que a maior atividade do voo da mosca-branca ocorre entre as 6h30min e 8h30min e entre as 15h30min e 17h30min, com uma redução entre as 10h30min e

13h30min. No entanto, Jovel et al. (2000) verificaram que tanto a imigração como a repovoação de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em tomateiro na Costa Rica foram contínuas durante o dia, com maior atividade pela manhã. Os autores constataram também que, em decorrência da vegetação que circundava as parcelas e da baixa população do inseto, as variáveis climáticas provavelmente não afetaram os seus padrões de movimento.

A cor é um fator determinante na seleção do hospedeiro por moscas-brancas à distância, destacando-se, em ordem de preferência, o verde-amarelado, o amarelo, o vermelho, o alaranjado-avermelhado, o verde escuro e o arroxeadado (LENTEREN; NOLDUS, 1990).

No campo, duas características que permitem a visualização e facilitam a identificação de moscas-brancas colonizando a planta são estruturas filamentosas e cerosas de cor esbranquiçada (Figura 4A), e o desenvolvimento do fungo *Capnodium* spp. (Figura 4B) que cobre a face superior dos folíolos com uma fuligem preta conhecida por fumagina. Essa camada, bem como os fios ou os flocos são produzidos pelas ninfas para se protegerem, são barreiras físicas que interferem no processo de fotossíntese da planta e, conseqüentemente, ocasionam redução da produção. À medida que o ataque progride e que as folhas vão sendo colonizadas, as posturas passam a ser feitas nas folhas cada vez mais novas e até nos frutos (FERREIRA et al., 2011).

**Figura 4** - Sintomas do ataque de mosca-branca e fios translúcidos (A). Presença do fungo *Capnodium* spp. (B).



Fonte: Autor (2016)

## 2.7 O princípio das defesas das plantas

Ao longo de toda sua vida, as plantas enfrentam diferentes estresses abióticos e bióticos. O estresse biótico é representado, em particular, por organismos heterotróficos, que dependem da energia fixada por plantas autotróficas. Assim, os organismos heterotróficos desenvolvem vários mecanismos para utilizar as plantas como fonte de alimento. Como organismos sésseis, as plantas não têm possibilidade de fugir de ataques de organismos, por isso se utilizam de vários métodos para se defenderem. As numerosas estratégias baseiam-se na enorme diversidade química das plantas, por exemplo, a capacidade de sintetizar em média mais de 200.000 compostos, oriundos de metabólitos especializados, em resposta ecológica adversa que a mesma sofreu (RADHIKA et al., 2010).

Insetos herbívoros e outros artrópodes também devem ser incluídos nessa relação de organismos que causam alguma modificação nas plantas e, entre esses, destacam-se especialistas que se alimentam de apenas um número limitado de espécies de plantas, ou mesmo um único hospedeiro, e generalistas, que podem se alimentar de numerosas espécies. As plantas e os insetos têm uma relação de pelo menos 350 milhões de anos, as espécies vegetais desenvolveram características de defesas bem-sucedidas (GATEHOUSE, 2002).

Embora algumas dessas relações entre planta e inseto, como a polinização, sejam mutuamente benéficas, a interação mais comum envolve a predação ocasionada pelos insetos e as defesas das plantas contra eles. Tão comum é essa relação predador-hospedeiro que praticamente todas as espécies de plantas são atacadas por pelo menos uma espécie de inseto, de acordo com a teoria coevolutiva de Ehrlich e Raven (1964).

Nesse processo evolutivo, as plantas desenvolveram certas particularidades em decorrência das interações com múltiplos desses fatores bióticos e abióticos, o que ocasionou interações recíprocas entre plantas, insetos polinizadores e inimigos naturais. As plantas desenvolveram estratégias para se comunicar com agentes polinizadores, utilizando as variações de cores florais. Entretanto, a coevolução dos insetos fitófagos com suas respectivas fontes de alimentação proporciona em muitos casos a ocorrência da resistência das plantas e pressões seletivas sobre a alimentação dos insetos. Como consequência, a associação dos níveis de defesa e coloração da planta permitiram aos insetos fitófagos utilizar a cor como indicativo da qualidade de seu hospedeiro (BOIÇA JÚNIOR et al., 2016).

Essa relação coevolutiva, amplamente aceita por biólogos e ecologistas, baseia-se numa característica inerente, na qual plantas e herbívoros se adaptaram continuamente a ambientes em mudança e a pressões bióticas para sobreviver. Com a adaptação gradual das espécies, dentro de uma premissa coevolutiva, os artrópodes fitófagos desenvolveram maneiras de superar as defesas das plantas (FUTUYMA; AGRAWAL, 2009). Segundo Vendramim e Guzzo (2009, 2011), para cada adaptação (evolução) da planta, tende a ocorrer uma coevolução do inseto. Embora a natureza coevolutiva das associações planta-inseto não seja universalmente reconhecida por alguns teóricos, a evolução atingiu a maior diversidade genética, permitindo que as plantas superassem as pressões bióticas, incluindo insetos, e as tensões abióticas durante vários milênios.

E passados os anos, o homem herdou esta biodiversidade vegetal, reconheceu-a e começou a usar partes dela para formar sociedades agrárias há cerca de 10 mil anos. Esses primeiros esforços na agricultura envolveram o cultivo de plantas em pequenos espaços e nos campos (HILL et al., 2009). Essa diversidade é amplamente reconhecida e altamente procurada por especialistas em melhoramento de plantas e entomologistas envolvidos no desenvolvimento de culturas resistentes a pragas através do uso de ferramentas genéticas convencionais e moleculares nas relações planta-inseto (ZUST; AGRAWAL, 2016). Na agricultura moderna, a resistência das plantas é um componente integral, se não a base, do controle de pragas em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (SMITH; CLEMENT, 2012). Os benefícios ecológicos associados à implantação das plantas resistentes contribuem, por exemplo, para a redução ou eliminação de aplicações e resíduos de inseticidas, como também menor mortalidade de populações de insetos benéficos, como os inimigos naturais (predadores e parasitoides). Assim, as plantas resistentes são economicamente vantajosas para os produtores.

## 2.8 Resistência de plantas

Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, por causa de sua constituição genotípica, é menos danificada do que outra, sob condições iguais, para o ataque do inseto (VENDRAMIM; GUZZO, 2009; 2011). Painter (1951) afirma que a resistência de plantas a insetos é a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta, as quais influenciam o resultado do grau de dano que a inseto causa. Logo, a resistência representa a capacidade que

determinadas plantas possuem de ter produção de boa qualidade em comparação com outras em condições iguais. As características expressas pelas plantas resistentes, por sua vez, proporcionam aos insetos alterações no comportamento, fisiologia e biologia, ou apresentam maior capacidade de suportar seu ataque (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

As espécies, ou variedades de plantas, possuem várias maneiras de resistir ao ataque de insetos-praga. Assim, na classificação de Painter (1951), há três tipos de resistência: a tolerância, a antixenose (ou não preferência) e a antibiose.

A tolerância é um conjunto complexo de características genéticas que permitem que uma planta resista ou se recupere de danos causados por insetos capacidade própria da planta para suportar ou recuperar-se dos danos produzidos por uma população de insetos, a qual normalmente causaria sérios prejuízos a um hospedeiro mais suscetível. Este tipo de resistência depende, da própria planta, mas o ambiente também pode influenciar este tipo de resistência, pois as plantas mais vigorosas podem tolerar um ataque de pragas. (PANDA; KHUSH, 1995; SMITH, 2005).

A antixenose descreve a reação sem preferência de artrópodes a uma planta resistente, esse tipo de resistência ocorre quando os fatores físicos, químicos e morfológicos evoluíram para não favorecer o uso da planta pelo inseto para alimentação, abrigo e oviposição. Para a não preferência de um inseto por uma planta resistente ocorre quando os fatores biofísicos ou aleloquímicos afetam negativamente o comportamento dos insetos, levando à aceitação tardia e possível rejeição total de uma planta como hospedeiro. Por contraste, entende-se que a categoria de resistência denominada antibiose, ocorre quando uma planta resistente afeta negativamente os aspectos bioecológicos do inseto, tais como sobrevivência, desenvolvimento e fecundidade (SMITH; CLEMENT, 2012).

### 2.8.1 Graus de resistência

Segundo Lara (1991), quando se compara o comportamento de variedades ou espécies de plantas frente ao ataque de determinados insetos, é possível deparar-se com vários níveis de resposta, isto é, as mesmas espécies ou variedades podem responder com diferentes graus de resistência. E de acordo com o nível constatado, denomina-se:



- Imunidade: uma planta é considerada imune quando ela não sofre nenhum dano sob quaisquer condições. No entanto, tal grau de resistência fica apenas no contexto teórico, pois na prática, por mínima que seja a população de inseto-praga injuriando a planta, algum dano será sofrido pela mesma.
- Alta resistência: para ser considerada uma planta altamente resistente é necessário que, em determinadas condições, ela sofra pouco dano em relação ao dano médio sofrido pelas variedades em geral.
- Resistência moderada: uma planta para ser moderadamente resistente, precisa sofrer um dano menor que o dano médio sofrido pelas variedades em geral.
- Suscetibilidade: é quando a planta que sofre dano semelhante ao dano médio sofrido pelas variedades em geral.
- Alta suscetibilidade: uma planta é considerada altamente suscetível quando ela sofre dano bem maior que o dano médio sofrido pelas variedades com as quais foi comparada

## 2.9 Causas de resistência: morfológicas, química e físicas

### 2.9.1 Causas morfológicas

As plantas se defendem do ataque de insetos através de mecanismos químicos e físicos, que podem afetar diretamente o desempenho dos herbívoros (defesa direta) ou auxiliar, por meio de comunicações químicas, na sinalização para os inimigos naturais desses herbívoros (defesa indireta) (DICKE, 1999; ARAGÃO et al., 2000; GOLDS et al., 2003).

As diferentes estratégias adotadas pelas plantas para lhes conferir resistência aos insetos são denominadas causas ou fatores de resistência, e são divididas em fatores físicos, químicos e morfológicos (VENDRAMIM; GUZZO, 2009; 2011). As plantas expressam características morfológicas que as permitem se defender do ataque de insetos fitófagos. Logo, toda e qualquer variação estrutural da planta que atue de forma negativa sobre os insetos, interferindo na sua capacidade em tolerar o ataque de pragas e compensar as estruturas danificadas é considerado uma forma de defesa morfológica (BOIÇA JÚNIOR et al., 2016).

As características estruturais inerentes às plantas, tais como arquitetura, disponibilidade de refúgios (presença de domáceas), densidade de tricomas, espessura e dureza das folhas, têm efeitos sobre a preferência alimentar, escolha de sítios de oviposição e vulnerabilidade de

herbívoros a inimigos naturais (MICHALSKA, 2003). E de acordo com Boiça Júnior (2016), a longo prazo, tais defesas morfológicas podem modificar a dinâmica populacional de herbívoros, já que podem afetar consideravelmente suas taxas de desenvolvimento, crescimento, fertilidade e sobrevivência.

Segundo Vendramim e Guzzo (2009; 2011), a epiderme, no contexto da resistência morfológica, é a primeira barreira que o inseto tem que atravessar para poder penetrar na planta e/ou se alimentar dela, sendo que diversos fatores podem interferir nesses processos. A rigidez e o espessamento da epiderme são geralmente provocados pela deposição de sílica ou lignina. As paredes das células epidérmicas nas partes aéreas das plantas, principalmente das folhas, podem, de fato, apresentar espessamento pela impregnação de diversas substâncias, como cutina, cera, lignina e mucilagem.

Os tricomas estão entre as características morfológicas de plantas mais conhecidas. Essas estruturas são definidas como protuberâncias epidérmicas uni ou multicelulares, e são classificados em dois tipos: tricomas tectores, ou não glandulares (efeito mecânico), e tricomas glandulares (efeito tóxico e/ou adesão). Os tricomas não glandulares são semelhantes entre si, diferindo apenas no comprimento das estruturas. Os tricomas glandulares apresentam a extremidade apical dilatada, e secretam compostos químicos na superfície da planta, fora da cutícula, ou armazenados dentro de glândulas (BOIÇA JÚNIOR et al., 2016).

No entanto, a presença de tricomas pode eventualmente favorecer o crescimento populacional de insetos-praga. Lima e Lara (2004) verificaram que folíolos de genótipos de soja com alta densidade de tricomas foram mais ovipositados por *B. tabaci*, evidenciando a preferência do inseto em ovipositar nos genótipos com maior número de tricomas por área foliar, podendo estes servir para fixação dos ovos.

### 2.9.2 Mecanismos químicos

As plantas utilizam uma série de compostos bioquímicos sintetizados através do metabolismo secundário (metabólitos secundários) como defesa a estresses ambientais. Muitos desses compostos atuam contra o ataque de insetos, desempenhando ação repelente, deterrente e/ou antibiótica. Os principais compostos que atuam na defesa química das plantas contra a herbivoria de insetos podem ser divididos em quatro grupos químicos: os compostos

terpenoides, os compostos nitrogenados, os compostos fenólicos e as proteínas de defesa (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

As plantas conseguem mudar a constituição de compostos moleculares como um mecanismo de resposta ao ataque de insetos, e muitas dessas alterações podem estar diretamente relacionadas com defesa e proteção (De WIT, 2007). O processo de sinalização envolve entre outras moléculas, o ácido salicílico (AS), ácido abscísico (ABA), o ácido jasmônico (AJ) e seu metil éster, metil jasmonato (MeJa), e o etileno (ET), como principais compostos capazes de induzir a expressão de muitos genes relacionados à defesa por meio de rotas diferentes na fisiologia da planta (PERVIEUX et al., 2004; CAO et al., 2011).

A aplicação de ácido jasmônico induz resistência nas plantas contra o ataque de insetos-pragas e situações de estresse, resultando em melhor desenvolvimento e produção dessas culturas. A atividade deste hormônio é específica, variando em função do tecido, do tipo de célula e da fase de desenvolvimento. A aplicação deste causa mudanças na maioria das células das plantas antes de atingir um equilíbrio no tecido entre o ácido jasmônico exógeno e o endógeno, preparando-as para defesa (DEUNER et al., 2015).

Os metabólitos secundários, além de serem produzidos de forma constitutiva pelas plantas, são induzidos após o ataque dos herbívoros. Muitos destes compostos, tais como os inibidores de protease, atuam diretamente sobre os herbívoros ao interferir na colonização ou desenvolvimento destes (defesas diretas). Outros, como os compostos voláteis induzidos após o ataque por insetos, podem reduzir indiretamente o ataque mediante a atração de outros insetos conhecidos como inimigos naturais (defesas indiretas). A descoberta e o intenso estudo em nível bioquímico das defesas induzidas (diretas e indiretas) estão formando uma nova geração de pesquisas para promover as respostas das plantas ao ataque de insetos herbívoros (PINTO-ZEVALLOS; ZARBIN, 2013).

Assim, para que a planta possa ter resistência a pragas, é necessária a presença de aleloquímicos, resultantes do metabolismo secundário essencial na fisiologia da planta, e que atuem como um mecanismo de defesa, podendo atuar como cairomônios (atraentes – culturas armadilhas) e alomônios (repelentes) (LARA, 1991; CABRERA; SALAZAR, 2002; MOURA, 2015). Estes são ativados a partir de sucessivos ataques, em que são emitidos sinais de reconhecimento do agressor pela planta, o que resulta na ativação das barreiras físicas e químicas envolvidas no processo de resistência (FERNANDES et al., 2009).

## Mecanismos físicos

Em resistência de plantas à insetos, o mecanismo físico é essencialmente a variação de coloração nas estruturas dos vegetais que podem influenciar o comportamento dos insetos. A cor da planta pode atuar positiva ou negativamente nas interações planta-inseto. Dessa forma, o comportamento de localização das fontes de alimento para insetos polinizadores e a seleção de plantas hospedeiras para insetos fitófagos podem ser mediados pelas radiações refletidas pelas plantas (BOIÇA JÚNIOR et al., 2016).

Por isso, o fator visual tem grande importância para os insetos como orientação para encontrar a uma planta hospedeira para alimentação e oviposição. Desse modo, a seleção de plantas com determinada qualidade de luz refletida proporciona ao inseto uma sugestão de cor que gere benefícios a sua prole. Por exemplo, no trabalho de Green et al. (2015) detectaram correlações significativas entre coloração, resistência e herbivoria em condições de campo, onde a variação do brilho e a coloração das folhas foram associadas com os níveis de glicosinolatos presentes em plantas de couve selvagem, e essas variações interferiram na ocorrência de *Pieris rapae* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Pieridae) e *Brevicoryne brassicae* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Aphididae).

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira**. 21. ed. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, p. 270-276, 2016.

ARAGÃO, C.A. et al. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24 (edição especial), p. --081-93, 2000.

ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; BENITES, F.R.G. Tricomas foliares em tomateiro com teores contrastantes do aleloquímico 2-tridecanona. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.813-816, 2000

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. D. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. (Eds.). **Tópicos em entomologia agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica Multipress, 2013. p. 207-224.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; RIBEIRO, Z.A; EDUARDO, W. I; NOGUEIRA, L; BELLO, M. M. D. Resistência de plantas: explorando o potencial de defesa dos insetos. In: CASTILHO, R. C; BUSOLI, A. C; ROSSI, G. D; BELLO, M. M; BRENHA, J. A. M. **Tópicos em Entomologia Agrícola - IX**. Jaboticabal: Multipress, 2016.

CABRERA, F. A.V.; SALAZAR, E. I. E. **Mejoramiento Genético de Plantas**. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, ISBN: 958-8095-11-5, p.257-258, 2002.

CAMARGO, A. J. A. et al. **Coleções entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens**. Brasília, DF : Embrapa, 2015.

CAO, F.Y.; YOSHIOKA, K. E DESVEAUX, D. The roles of ABA in plant-pathogen interaction. **Journal of Plant Resources**, vol. 124, n. 4, p. 489-499. 2011.

CARRANO-MOREIRA, A. F. **Manejo integrado de pragas florestais: fundamentos ecológicos, conceito e táticas de controle**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2014.

CHILD, R. **Coconuts**. London: Longman, 1974. 335p.

CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. Aracaju: Embrapa-CPATC, 1998. p. 17-56.

DE WIT, P.J. How plants recognize pathogens and defend themselves. **Cellular and Molecular Life Science**, v. 64, n. 21, p. 2726-2732, 2007.

DEUNER, C. et al . Jasmonic acid as a promoter of resistance in plants. **Revista de Ciências Agrárias, Lisboa**, v. 38, n. 3, p. 275-281, set. 2015.

DICKE, M. Evolution of induced indirect defense of plants. In: ELLIS, P.R; FREULER, J. Breeding for resistance to insects and mites. **OBC WPRS Bulletin**, v.19, n.5, p.72-80, 1999.

EHRlich, P.R.; RAVEN, P.H. (1964) Butterflies and Plants: A Study in Coevolution. **Evolution**, v. 18, n. 4, p.586-608, 1964.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **PA7 - Banco Ativo de Germoplasma de Coco**. Disponível em: < [plataformarg.cenargen.embrapa.br/rede-vegetal/projetos-componentes/pc6-banco-ativo-de-germoplasma-de-especies-frutiferas/planos-de-acao/pa7-banco-ativo-de-germoplasma-de-coco](http://plataformarg.cenargen.embrapa.br/rede-vegetal/projetos-componentes/pc6-banco-ativo-de-germoplasma-de-especies-frutiferas/planos-de-acao/pa7-banco-ativo-de-germoplasma-de-coco)>. Acesso em 22 fev. 2017.

EVANS, G. A. **Host plant list of the whiteflies (Aleyrodidae) of the world**, version 07-06-11, 2007. USDA.

FAO. **Database agricultural-production crops primary**. Coconut. Rome: World Agricultural Information Centre, 2016.

FERNANDES, C. F. et al. Mecanismos de defesa de plantas contra o ataque de agentes fitopatogênicos. Porto Velho: Embrapa Rondônia, **Documentos 133**, p.07, 2009

FENACOCO **Feira Nacional do Coco**. Disponível em: <[http://www.fenacoco.com.br/2014/?page\\_id=73](http://www.fenacoco.com.br/2014/?page_id=73)>.

FERREIRA, J. M. S. Manejo integrado de pragas do coqueiro. **Ciência Agrícola**, v8, n1, p.21-29, 2008.

FERREIRA, J. M. S.; LINS, P.M.P; OMENA, R.P. M; LIMA, A. F; RACCA, FILHO-F. Mosca-branca: uma ameaça à produção de coqueiro no Brasil. **Circular Técnica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011, 5p.

FERREIRA, J. M. S. et al. Mosca-branca: uma ameaça à produção de coqueiro no Brasil. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 5p. (**Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 62**).

FERREIRA, J. M. S. et al. A. de. Pragas do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A Cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: SPI; Aracaju: Embrapa – CPATC, 1998. p. 189–267.

FERREIRA, J.M.S.; MICHEREFF FILHO, M. Pragas e métodos de controle In: FONTES, H.R.; FERREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, L.A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 63p.

FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut (*Cocos nucifera* L.). In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). **Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry**, Holualoa, Hawai'i: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2009. Disponível em: <[http://agroforestry.net/images/pdfs/Coconut\\_specialty\\_crop.pdf](http://agroforestry.net/images/pdfs/Coconut_specialty_crop.pdf)>. Acesso em: 18 abr. 2017.

FUTUYMA, D. J.; AGRAWAL, A. A. Macroevolution and the biological diversity of plants and herbivores. **PNAS**, v. 106, n. 43, p. 18054-18061, 2009.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002, 920p.

- GATEHOUSE, J. A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**. EUA, v. 156, n. 2, p. 145-169, 2002.
- GREEN, J.P.; FOSTER, R.; WILKINS, L.; OSORIO, D.; HARTLEY, S.E. Leaf colour as a signal of chemical defence to insect herbivores in wild cabbage (*Brassica oleracea*). **Plos One**, v.10, n.9, p. 1-20, 2015.
- GOLS, R. et al. Induction of direct and indirect plant responses by jasmonic acid, low spider mite densities, or a combination of jasmonic acid treatment and spider mite infestation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 29, n. 12, p. 2651-2666, 2003
- HAJI, F. N. P. et al. **Manejo da Mosca-Branca na Cultura do Tomate**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 2005. 16p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica; 81).
- HARBORNE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry**. 5th ed. London: UK Academic Press, 2014.
- HILJE, L. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* em Mesoamerica. Manejo Integrado de Plagas, **Turrialba**, n.35, p. 46-54, 1995
- HILJE, L. Un esquema conceptual para el manejo de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de Plagas, **Turrialba**, n. 29, p. 51-57, 1993.
- HILL, C. B; KIM, K. S; CRULL, L; DIERS, B. W; HARTMAN, G. L. Inheritance of resistance to the soybean aphid in soybean PI 200538. **Crop Science**, v. 49, n. 4, p. 1193-1200, 2009.
- HODGES, G. S; EVANS, G. A. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. **Florida Entomologist**, v. 88, n. 4, p. 518-534, 2005.
- HOWARD, F.W; MOORE, D; GIBLIN-DAVIS, R. M; Abad, R. G. Insects on palms. Wallingford: **CABI Publishing**, 2001, 400 p.
- JESUS-BARROS, C.R; FREITAS, L.S; GROSSI, P.C. Report of *Macraspis pseudochrysis* Landin, 1956 (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae) on açai palms (*Euterpe oleracea* Mart.) in floodplains in the state of Amapá, Brazil. **Biota Neotropica**. v.13, n.1, p. 380-382, fev. 2013.
- JESUS-JÚNIOR, L. A. et al. Análise da produção da cultura do coco no brasil, nordeste e Sergipe. anais ... International Symposium on Technological Innovation, v.3, n.1, p.317-324, 2015.
- JOVEL, J.; HILJE, L.; KLEINN, C.; CARTÍN, V.; VALVERDE, B. Movimientos diarios de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas, **Turrialba**, n. 55, p. 49-55, 2000.
- KONAN, J.L; BOURDEIX, R; GEORGE M.L. Directrizes de regeneração: coqueiro. In: DULLOO, M.E; THORMANN, I; JORGE, M.A; HANSON J.(ediores). **Crop specific regeneration guidelines** [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy, 2008. 11 pp. Disponível em: <[http://croppgenbank.sgrp.cgiar.org/images/file/other\\_crops/Coconut\\_POR.pdf](http://croppgenbank.sgrp.cgiar.org/images/file/other_crops/Coconut_POR.pdf)>. Acesso em 04 fev. 2017.

- LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo, Ícone, 2 ed. 1991.
- LENTEREN, J. C. van; NOLDUS, L. P. J. J. Whitefly-plant relationships: behavioral and ecological aspects. In: GERLING, D. Whitefly: their bionomics, pest status and management. New Castle, Atheneum, 1990. p. 47-89.
- LIMA, A. C. S; LARA, F. M. Resistance of soybean genotypes to the silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.71-75, 2004.
- LOIOLA, C. M. **Comportamento de cultivares de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em diferentes condições agroecológicas dos tabuleiros costeiros do nordeste brasileiro**. 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.
- MARTIN, J.H; MOUND, L.A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, v. 1492, p. 1-84, 2007.
- MARTINS, C. R; JESUS-JÚNIOR, L.A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional : panorama 2010**. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. Disponível em: < [http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2011/doc\\_164.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf)>. Acesso em: 03 abr 2017.
- MICHALSKA, K. Climbing of leaf trichomes by eriophyid mites impedes their location by predators. **Journal of Insect Behavior**, v. 16, n. 6, p. 833-844, 2003.
- MOURA, A. P de. Manejo Integrado de Pragas: Estratégias e Táticas de Manejo para o Controle de Insetos e Ácaros-praga em Hortaliças. Brasília, Embrapa Hortaliças, **Circular Técnica** 141, ISSN 1415-3033, p.1-28, 2015.
- MOURA, J. I. L.; VILELA, E. F. **Pragas do coqueiro e dendezeiro**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 1998.
- OLIVEIRA, M.S.P; CARVALHO, J.E.U; NASCIMENTO, W.M.O; MULLER, C.H. Cultivo do açaizeiro para produção de frutos. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 17p. (**Circular técnica, n.26**).
- OMENA, R.P.M. et al. First report on the whitefly, *Aleurodicus pseudugesii* on the coconut palm, *Cocos nucifera* in Brazil. **Journal of Insect Science**, v.12: n. 26, p. 1-6, 2012.
- OVALLE, T.M. et al. Reliable molecular identification of nine tropical whitefly species. **Ecology and Evolution**, v.4, n. 3, p. 3778–3787, 2014.
- PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: The Macmillan Company, 1951, 520p.
- PANDA, N; KHUSH, G. S. **Host Plant Resistance to Insects**. Wallingford, UK: CABI/IRRI, 1995. 431 pp.
- PAZ, E. C. S; PEDROZA, M.M; OLIVEIRA, L. R. A. Alternativa de exploração sustentável dos resíduos do coco verde para a produção de energia. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, n. 2, p. 1-28, 2017.



PERLEY, G.J. **Replanting the tree of life: towards an international agenda for coconut palm research**. Wallingford: CAB, 1992.

PEREIRA, R. J; CARDOSO, M. G. Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PERVIEUX, I.; BOURASSA, M.; LAURANS, F.; HAMELIN, R. E SÉGUIN, A. A spruce defensin showing strong antifungal activity and increased transcript accumulation after wounding and jasmonate treatments. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 64, n. 6, p. 331-341. 2004.

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; ZARBIN, P. H. G. Chemistry in agriculture: perspectives for the development of sustainable technologies. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 1509-1513, 2013.

RADHIKA, V; KOST, C; MITHÖFER, A; BOLAND, W. Regulation of extrafloral néctar secretion by jasmonates in lima bean is light dependent. Proceedings of the National **Academy of Sciences of the United States of America**. New York, v. 107, n. 40, p. 17228–17233, 2010.

RAMOS, S. R.R; BRITO, K.M; TUPINAMBÁ, E.A. **Árvore do conhecimento coco: Banco Ativo de Germoplasma** (2012). Disponível em: <[www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000giw3zt3v02wx5ok05vadr13f3ba09.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000giw3zt3v02wx5ok05vadr13f3ba09.html)>. Acesso em 15 abr. 2017.

RAMOS, S.R.R.; FERREIRA, J.M.S.; LEDO, A.S.; TALAMINI, V.; SOBRAL, K.M.B.; ANDRADE, J.B.; SANTOS, D.N.; PINTO, M.S. Banco Ativo de Germoplasma de Coco da Embrapa: histórico, manejo e utilização dos acessos no período de 2012 a 2014. In: **anais ... II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste**, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da RGV Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

SANTOS, R.S; CREÃO-DUARTE, A.J; LUNZ, A.M.P. Infestação de *Aetalion reticulatum* (Linnaeus) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aethalionidae) em Plantas de *Euterpe oleracea* Martius (Arecaceae) no Estado do Acre. **EntomoBrasilis**, v.8, .n. 1, p.69-73, 2015.

SCHUH, R.T; J.A. SLATER. **True Bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History**. Cornell University Press, Ithaca, New York. 1995. 336 p.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Resíduos do coco verde são matérias primas para outros negócios (2014). Disponível em: <[http://www.sebrae2014.com.br/sebrae/sebrae%202014/Boletins/recife\\_boletim\\_2014\\_setembr-o-1.pdf](http://www.sebrae2014.com.br/sebrae/sebrae%202014/Boletins/recife_boletim_2014_setembr-o-1.pdf)>. Acesso em: 24 jun 2016.

SIQUEIRA, E. R.; RIBEIRO, F. E.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. Melhoramento genético do coqueiro. In: FERREIRA, J.M.S.; WARWICK, D.R.N.; SIQUEIRA, L.A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p. 73-98

SIQUEIRA, L. A; ARAGÃO, W.M; TUPINAMBÁ, E.A. **A introdução do coqueiro no Brasil - Importância Histórica e Agrônômica**. Documentos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002, 24p.

SUNDARARAJ, R.; SELVARAJ, K. Invasion of rugose spiraling whitefly, *Aleurodicus rugioperculatus* Martin (Hemiptera: Aleyrodidae): a potential threat to coconut in India. **Phytoparasitica**, v.45, n.12, p.71-74, 2017.

SMITH, C. M. **Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2005.

SMITH, C.M.; CLEMENT, S.L. Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 57, p. 309-328, 2012.

SOUZA, O. P; MELO,B; MANCIN, C.A. **Cultura do coqueiro**. Disponível em: <[http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/coqueiro.html#\\_Toc42252495](http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/coqueiro.html#_Toc42252495)>. Acesso em: 20 mar 2017.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Classification for Kingdom Plantae Down to Species *Cocos nucifera* L.** Disponível em: <<https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=CONU&display=31#>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

VENDRAMIM, J. D; Guzzo, E. C. Plant resistance and insect bioecology and nutrition. In: Panizzi, A.R; Parra, J.R.P (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, 2011, p.657-685.

VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição dos insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Londrina: Embrapa Soja, 2009. p.1055-1105.

WILKEY, R. F. A simplified technique for clearing, staining and permanently mounting small arthropods. **Annals Entomological Society of America**, v. 55, :n. 5, p. 483–492, 1962.

WOLFF, V. R. Subordem Sternorrhyncha. In: J.A. RAFAEL; G.A.R. MELO; C.J.B. DE CARVALHO; S.A. CASARI; R. CONSTANTINO. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 2012, 810p.

ZUST, T; AGRAWAL, A. A. Mechanisms and evolution of plant resistance to aphids. **Nature Plants**, v .2, n. 15206, p.1-9, 2016.

3 BIOLOGIA DA MOSCA-BRANCA *Aleurodicus pseudugesii* MARTIN, 2008  
(HEMIPTERA: STERNORRHYNCHA: ALEYRODIDAE: ALEURODICINAE), EM  
COQUEIRO ANÃO.

RESUMO

As moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) são pequenos insetos sugadores, cujo ataque muitas vezes permanece imperceptível até que a população atinja níveis elevados. Em média 43 espécies de moscas-brancas são listadas em palmeiras, no entanto, na literatura não há nenhum relato de trabalho que tenha sido feito para conhecer os aspectos bioecológicos da espécie *Aleurodicus pseudugesii*, surgindo então a necessidade da presente pesquisa, visto que a base do Manejo Integrado de Pragas são os conhecimentos sobre taxonomia, biologia e ecologia. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo conhecer a bioecologia da espécie *A. pseudugesii*, como pesquisa de base para estudos aplicados voltados para programas de manejo integrado de pragas. Os insetos utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de uma população criada em coqueiro anão, que vem sendo mantido em telado, desde janeiro de 2016, na Unidade de Execução de Pesquisa da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Rio Largo-AL. Para o processo de infestação dos folíolos, foram dispostos 20 adultos de moscas-brancas não sexados em cada folíolo. Após a infestação, as mudas foram acondicionadas em câmaras do tipo B.O.D., sob temperatura de  $25 \pm 2$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas. Deste modo, após a infestação, a cada 24 horas, analisavam-se os folíolos infestados com o auxílio de microscópio estereoscópico binocular. Os parâmetros avaliados foram a duração do período de ovo; ninfas I, II, III e IV e longevidade dos adultos, peso de macho e fêmea. O experimento foi analisado segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância, com o uso do programa Genes. A duração da fase ovo-adulto da espécie *Aleurodicus pseudugesii*, sob as condições desse experimento foi de 36,2 dias. Há diferença na longevidade e no peso entre machos e fêmeas.

**Palavras-chave:** Folíolos. *Cocos nucifera* (L.). Inseto-praga. Laboratório.

BIOLOGY OF THE WHITEFLY *Aleurodicus pseudugesii* MARTIN, 2008 (HEMIPTERA: STERNORRHYNCHA: ALEYRODIDAE: ALEURODICINAE), IN DWARF COCONUT.

ABSTRACT

Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) are small sucking insects whose attack often remains imperceptible until the population reaches high levels. On average, 43 species of whiteflies are listed in palm trees, however, in the literature there is no work report that has been made to know the bioecological aspects of the species *A. pseudugesii*. The basis of Integrated Pest Management is knowledge about taxonomy, biology and ecology. Thus, the present work aimed to know the bioecology of the species *A. pseudugesii*, as a basic research for applied studies aimed at integrated pest management programs. The insects used in this study were obtained from a population created in dwarf coconut palm, which has been kept in screen since January 2016, at the Embrapa Tabuleiros Costeiros Research Unit in Rio Largo, Brazil. For the leaflet infestation process, 20 adults of non-sexed whiteflies were arranged in each leaflet. After the infestation, the seedlings were conditioned in B.O.D. type chambers, at a temperature of  $25 \pm 2$  °C, RH of  $70 \pm 10\%$  and photophase of 12 hours. Thus, after infestation, the leaflets infested with the aid of stereoscopic binocular microscopes were analyzed every 24 hours. The parameters evaluated were the duration of the egg period; nymphs I, II, III and IVe longevity of adults, male and female weight. The experiment was analyzed according to a completely randomized experimental design. The results were submitted to analysis of variance, using the Genes program. The duration of the egg-adult phase of the specie *Aleurodicus pseudugesii* under the conditions of this experiment was 36,2 days. There is difference in longevity and weight between males and females.

**Keywords:** Folioles. *Cocos nucifera* (L.). Insect-pest. Laboratory.

### 3.1 INTRODUÇÃO

As moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) são pequenos insetos sugadores, cujo ataque muitas vezes permanece imperceptível até que a população atinja níveis elevados. Uma lista mais atualizada das espécies de moscas-brancas existentes no mundo compreende 1.556 espécies de 161 gêneros (MARTIN; MOUND, 2007).

Na cultura do coqueiro, a espécie *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 tem sido observada em diversas regiões no Brasil e vem despertando o interesse da comunidade científica. São listadas em palmeiras 43 espécies de moscas-brancas e, destas, cerca de 80% em coqueiro, por ser cultivado em extensas áreas e também, nos trópicos (HOWARD, 2001). Populações de *A. pseudugesii* têm sido encontradas danificando coqueiro na região Nordeste, nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba e Sergipe, no Norte no estado do Pará e no Sudeste no estado do Rio de Janeiro (OMENA et al., 2012; TRINDADE, RACCA-FILHO e LIMA, 2012; GARCIA et al., 2013).

O mundo inteiro vem constatando a presença de espécies do gênero *Aleurodicus* atacando areceas e outras culturas de importância econômica. No Sul da Flórida, por exemplo, ataques severos de *A. rugioperculatus* Martin, 2004 (Hemiptera: Aleyrodidae), destruíram plantios de coqueiro em 2012 e, em alguns casos, os plantadores chegaram a eliminar suas plantas, enquanto outros iniciaram uma "guerra química", mas sem muito sucesso no controle do inseto (BROWN, 2012). No entanto, recentemente, ataques mais severos de outra espécie de mosca-branca *Aleurodicus rugioperculatus* Martin, 2004 foram observados atacando coqueiro em Pollachi, Tamil Nadu, Índia (SUNDARARAJ; SELVARAJ, 2017). Outras espécies como *A. dispersus* Russell, 1965 e *Aleurothrixus trachoides* Back, 1912, atacaram plantações na Índia em 1995 e 2014, respectivamente (DUBEY; SUNDARARAJ, 2015).

Na literatura, não há nenhum relato de trabalho que tenha sido feito para conhecer os aspectos bioecológicos da espécie *A. pseudugesii*, surgindo então a necessidade da presente pesquisa, visto que a base do Manejo Integrado de Pragas são os conhecimentos sobre a biologia e ecologia, que subsidiam a identificação das pragas-chave e dos inimigos naturais, o seu monitoramento com base nas informações sobre seus níveis de controle e o manejo do agroecossistema, priorizando condições para o equilíbrio das plantas e o combate natural das pragas (EMBRAPA, 2014).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo conhecer a biologia de *A. pseudugesii*, como pesquisa de base para estudos aplicados voltados para programas de manejo integrado de pragas e pesquisas relacionadas com a resistência de plantas.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Obtenção das plantas de coqueiro

Mudas sadias de coqueiro anão adquiridas em casas comerciais de jardinagem foram transplantadas para vasos de 3,6 litros com solo, super simples (16 a 18% de  $P_2O_5$  e 18 a 20% de Ca) e cloreto de potássio (KCl) e acondicionadas sob temperatura ambiente no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros/UEP Rio Largo, para o estabelecimento de mudas, que prontamente foram utilizadas como hospedeiras da mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii* (Figura 5 B)

**Figura 5** - A) Gaiola entomológica feita com estrutura de garrafa do tipo PET, utilizada para infestação; B) Folíolo infestado com moscas-brancas na gaiola feita com garrafa PET.



Fonte: Autor (2016)

### 3.2.2 Obtenção dos insetos

Os insetos utilizados em todos os experimentos descritos neste trabalho foram obtidos a partir de uma população mantida em telado, em coqueiro anão, desde janeiro de 2016, na unidade de execução de pesquisa da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Rio Largo-AL.

### 3.2.3 Realização dos bioensaios

Para facilitar o procedimento de infestação dos folíolos, utilizaram-se gaiolas entomológicas feitas com garrafas do tipo PET (polietileno tereftalato) de 2 L. Cortes laterais foram feitos na garrafa para o revestimento da mesma com tecido do tipo tule para facilitar aeração (Figura 5A).

Para a infestação dos folíolos, 20 adultos de moscas-brancas não sexados foram capturadas com o auxílio de pincel número zero e colocadas dentro de cada garrafa PET (gaiola entomológica) (Figura 5B). Após a infestação, as mudas foram acondicionadas em câmaras do tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*), sob temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

Passadas 24 horas da infestação, as gaiolas foram retiradas e contabilizou-se a quantidade de posturas, sendo cada uma considerada uma repetição. As plantas infestadas foram mantidas no laboratório em condições ambiente ( $25 \pm 3$  °C e UR de  $70 \pm 10\%$ ). Para o estudo da biologia, foram utilizadas cinco plantas, cada uma infestada duas vezes, totalizando dez repetições. Diariamente, cada vaso era regado com 100 mL de água destilada.

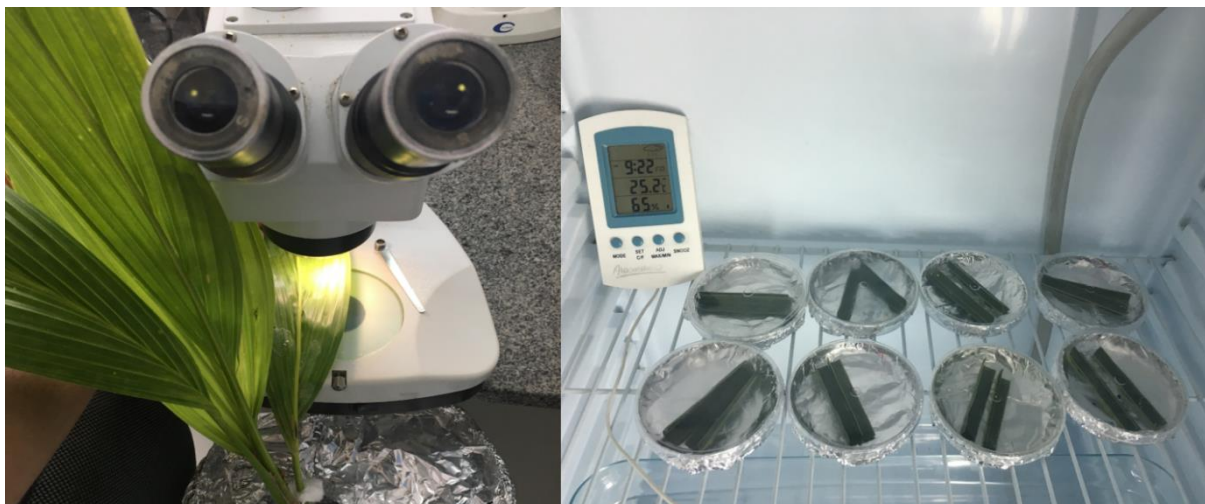
### 3.2.4 Parâmetros analisados

Após a infestação, a cada 24 horas, os folíolos infestados eram analisados sob microscópio estereoscópico binocular (Figura 6B). Os parâmetros avaliados foram a duração do período de ovo; de ninfas I, II, III e IV e de adulto.

Avaliou-se também o período de pré-oviposição., após a emergência dos adultos, 50 casais foram colocados em placas de Petri (90 × 15 mm) contendo pedaço do folíolo para oviposição (Figura 6A) (um casal em cada placa), avaliando-se o intervalo entre a emergência

do adulto e a primeira postura. Após a primeira oviposição, a cada 24 horas, o folíolo era retirado da placa para contagem dos ovos e outro folíolo era repostado.

**Figura 6** – A) Lupa estereoscópica utilizada para avaliar o bioensaio. B) Folíolos em placas de Petri.



Fonte: Autor (2017).

Calculou-se-se a longevidade dos insetos adultos em dias. O peso dos adultos machos e fêmeas foi quantificado através de balança analítica de alta precisão, para esse parâmetro, insetos com 48 horas de emergidos eram colocados no freezer por 3 horas para a morte dos mesmos. Foram utilizadas 30 repetições para cada sexo, sendo pesado um inseto por vez. Para a razão sexual, os adultos obtidos a partir da infestação, foram capturados e sexados.

A sexagem foi feita com auxílio de lupa estereoscópica binocular, sendo o reconhecimento dos machos e fêmeas feito através das diferenças anatômicas do abdômen, que na fêmea se apresenta arredondado e no macho se apresenta em formato de pinça em sua porção final.

Para o cálculo da razão sexual, utilizou-se a fórmula:

$$rS = \frac{\text{Número de fêmeas}}{\text{Número de machos} + \text{Número de fêmeas}}$$

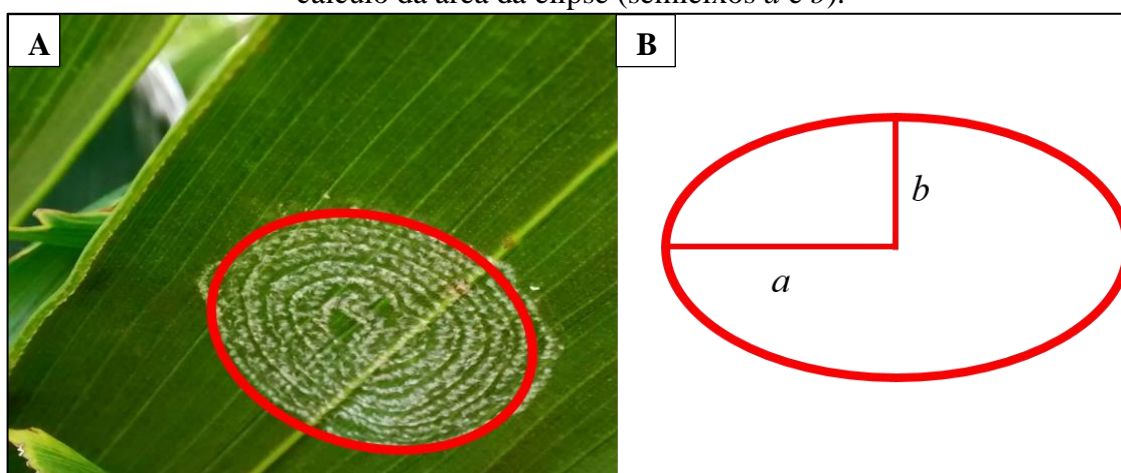


O formato da postura de *A. pseudugesii* é espiralado, se assemelhando a uma impressão digital, com área concêntrica (Figura 8A). Portanto, o tamanho das posturas foi calculado pela área da mesma, utilizando-se a fórmula da área de uma elipse:

$$A = \pi . a . b$$

Onde  $\pi = 3,14$ ;  $a$  = semieixo maior;  $b$  – semieixo menor (Figura 8B).

Figura 7 – Postura de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 em coqueiro (A). Esquema para cálculo da área da elipse (semieixos  $a$  e  $b$ ).



Fonte: Autor (2017).

### 3.2.5 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi analisado segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade, com o uso do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013, 2016).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de ovo-adulto de *A. pseudugesii* foi, em média de  $36,2 \pm 1,18$  dias, sendo o período médio de incubação (ovos) de  $9,5 \pm 2,20$  dias; a fase ninfal de I instar  $6,7 \pm 0,20$  dias;

II instar  $7,13 \pm 0,18$  dias; III instar  $5,10 \pm 0,18$  dias; IV instar  $7,76 \pm 0,21$  dias (Tabela 2). A pré-oviposição foi de  $2,24 \pm 0,14$ . Com relação à fecundidade diária, a média de oviposição de ovos/fêmea/dia foi de  $17,22 \pm 0,50$ , para a espécie *A. pseudugesii*. A viabilidade foi de 33,90% para os ovos e de 17,00% para ninfas (Tabela 3).

**Tabela 2** - Duração em dias das fases da mosca-branca *A. pseudugesii* ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017.

Duração média das fases em dias				
Ovo	I instar	II instar	III instar	IV ínstar
$9,5 \pm 2,20$	$6,7 \pm 0,20$	$7,13 \pm 0,18$	$5,10 \pm 0,18$	$7,76 \pm 0,21$

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

A fase de ovo e instar IV foram as fases que tiveram a maior duração em dias, respectivamente, para a espécie em estudo (Tabela 2). Corroborando com esses dados, Santos (2016), em trabalho realizado com cultura do cajueiro, *Anacardium occidentale* (L.) no Ceará com *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846 (Hemiptera: Aleyrodidae), revelou que a fase de ovo durou  $7,1 \pm 0,88$  dias; a ninfa de I instar  $5,9 \pm 1,54$  dias; ninfa de II instar  $6,8 \pm 2,02$  dias; ninfa de III instar  $5,2 \pm 1,93$  dias; ninfa de IV instar  $8,1 \pm 2,69$  dias e adulto com média de  $14,4 \pm 5,52$  dias.

Estudos realizados por Sales e Gondim (1984), com *A. cocois*, gênero (*Aleurodicus*) estudado no presente trabalho, apresentaram período de incubação do ovo de  $8,83 \pm 0,59$  dias; longevidade de  $16,14 \pm 1,96$  dias; período de pré-oviposição de 3,4 dias. As durações dos ínstars ninfais variam de cinco a oito dias como a seguir: I ( $6,17 \pm 0,60$  dias); II ( $7,50 \pm 2,83$  dias); III ( $5,50 \pm 0,73$  dias); e IV ( $8,50 \pm 2,83$  dias). Verifica-se assim, que as fases de ovo, de IV instar e de adulto são as que possuem maior tempo em dias no ciclo biológico, tanto de *A. cocois* quanto de *A. pseudugesii*.

Salas e Mendoza (1995), observaram que o período de pré-oviposição de *Bemisia tabaci* foi de  $1,4 + 0,7$  dia, de oviposição  $16,7 + 3,2$  dias e o ciclo de vida de ovo a adulto  $22,3$  dias. Resultados obtidos por Mizuno e Villas Bôas (1997) com a espécie *Bemisia argentifolii*, em tomate verificou que o período médio de ovo-adulto foi de  $22,9 \pm 1,1$  e em repolho o período médio em dias foi de  $25,6 \pm 1,1$ .

**Tabela 3** – Período de pré-oviposição (média  $\pm$  EP) de *A. pseudugesii* e viabilidade de ovos, ninfas e adultos ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017.

Pré-oviposição (dias)	Oviposição (ovos/dia)	Viabilidade		
		Ovos	Ninfas	Adulto
$2,24 \pm 0,14$	$17,22 \pm 0,50$	33,90%	17,00%	5,78%

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Nos parâmetros longevidade (dias) e peso (mg), verificou-se que há diferença significativa pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), entre macho e fêmea, sendo a longevidade dos machos  $13,52 \pm 0,32$ , e das fêmeas  $14,58 \pm 0,32$ . No aspecto peso, os valores médios em miligramas foram de  $0,049 \pm 0,000905$  e  $0,082 \pm 0,001094$  (Tabela 4), respectivamente para machos e fêmeas de *A. pseudugesii*. Oriani, Vendramim e Brunherotto (2008), estudando os aspectos biológicos de *B. tabaci*, não observaram diferenças significativas quanto à longevidade de fêmeas e de machos de, diferentemente do resultado do presente trabalho. Hendi et al. (1985), Gerling et al. (1986) e Eichelkraut e Cardona (1989) relataram que machos possuem menor longevidade que as fêmeas em *B. tabaci*, fato este também constatado no presente trabalho para a espécie *A. pseudugesii*.

Estudos feitos por Taravati e Mannion (2016) sobre os parâmetros biológicos de *A. rugioperculatus* sobre a planta ornamental *Strelitzia nicolai* (Zingiberales), na Flórida, revelaram que o macho apresentou longevidade de  $4,3 \pm 0,9$  dias e a fêmea de  $5,9 \pm 0,8$  dias com fecundidade de  $34,5 \pm 8,4$  ovos/fêmea, médias menores que no presente estudo com *A. pseudugesii*. Já os mesmos autores verificaram  $2,7 \pm 0,27$  dias para a pré-oviposição, um resultado médio bem próximo ao revelado no presente trabalho.

**Tabela 4** – Longevidade e peso de machos e fêmeas (média  $\pm$  EP) de *A. pseudugesii* ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017.

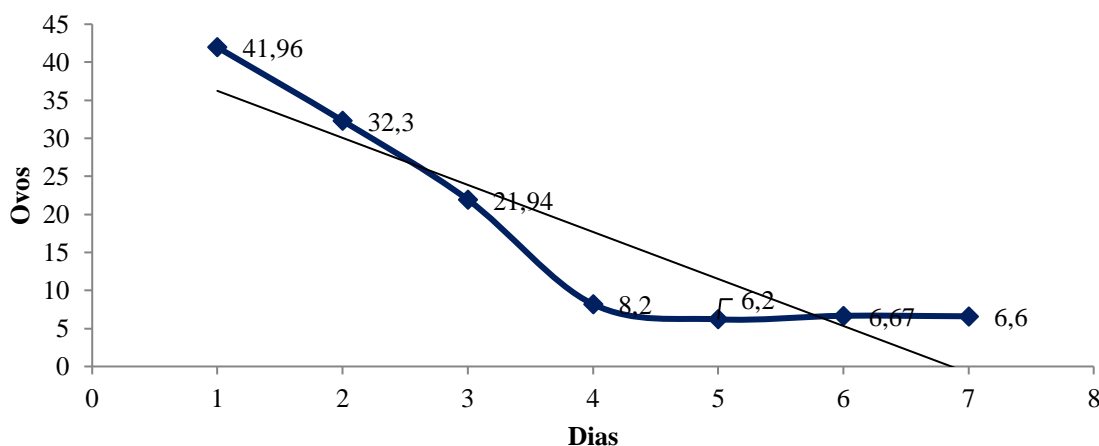
Longevidade (dias)		Peso (mg)	
Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
$13,52 \pm 0,32$ a	$14,58 \pm 0,32$ b	$0,049 \pm 0,000905$ a	$0,082 \pm 0,001094$ b

\*Médias ( $\pm$  erro padrão) seguidas pela mesma letra na linha não diferem significativamente ao nível de 95% de confiança pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Em trabalho realizado por Santos (2016), com *A. cocois*, foi constatada a fecundidade de  $22 \pm 10,5$  ovos/fêmea/dia e o adulto apresentou longevidade de  $14,3 \pm 5,52$  dias, médias bem próximas às do presente trabalho. Ainda sobre a longevidade da mosca-branca *B. argentifolii*, Tsai e Wang (1996) constataram 21 dias para fêmeas, Salas e Mendoza (1995) registraram  $19 \pm 3,3$  dias e Villas Bôas (2000)  $6,3 \pm 1,3$  dias. Oriani, Vendramim e Brunherotto (2008), constataram que fêmeas de *B. tabaci* no genótipo de feijoeiro (G11056) teve uma longevidade de muito baixa com  $9,1 \pm 1,11$  dias.

Foi constatado que, logo após o primeiro dia da oviposição, o número médio de ovos foi caindo exponencialmente, estabilizando-se nos três últimos dias (5<sup>o</sup> ao 7<sup>o</sup> dia), com médias de  $6,2 \pm 1,37$ ;  $6,67 \pm 0,93$ ;  $6,60 \pm 1,09$  ovos, respectivamente (Figura 9).

**Figura 8** – Gráfico com valores médios e correlacionados com dias a partir da primeira postura realizada pela mosca-branca *A. pseudugesii* ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ). Rio Largo, AL, 2017.



O tamanho médio da área de postura foi de  $3,87 \pm 1,09$  cm<sup>2</sup>. Quanto ao número médio de ovos no presente estudo, verificou-se  $120,6 \pm 3,53$  ovos/fêmea. Assim, pode-observar que fêmeas da espécie em estudo são menos fecundas em relação a *B. tabaci* biótipo B, a qual a  $26 \pm 1$  °C oviposita cerca de 160 ovos em folhas soja (MUSA; REN, 2005).

### 3.4 CONCLUSÃO

A duração do período ovo-adulto da espécie *A. pseudugesii*, sob as condições desse experimento foi de 36,2 dias. Há diferença na longevidade e no peso entre machos e fêmeas.

## REFERÊNCIAS

BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. Controle biológico como opção no manejo de pragas do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 28 p. (**Circular Técnica, 72**).

BYRNE, D. N; BELLOWS-JR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 431- 457, 1991.

BROWN, S. H. **Rugose Spiraling Whitefly in South Florida** (2012). University of Florida: Lee County Extension, Fort Myers, Florida. Disponível em:<<http://lee.ifas.ufl.edu/Hort/GardenPubsAZ/Rugose.pdf>>. Acesso em 20 dez 2017.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, p. 5471-552, 2016.

DUBEY, A. K; SUNDARARAJ, R. A new combination and first record of genus *Aleurothrixus* Quaintance e Backer (Hemiptera: Aleyrodidae) from India. **Biosystematica**, v. 9, n. 1/2, p. 23–28, 2015.

EMBRAPA. **Embrapa mostra a importância do Manejo Integrado de Pragas na Agrishow**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1671932/embrapa-mostra-a-importancia-do-manejo-integrado-de-pragas-na-agrishow>>. Acesso em 10 mai. 2017.

EICHELKRAUT, K; C. CARDONA. Biología, cria massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci*(Gennadius) (Homoptera; Aleyrodidae), com plaga del frijol comum. **Turrialba**, v. 39, n. 1, p. 55-62, 1989.

FERREIRA, J.M.S *et al.* Mosca Branca: uma ameaça à produção do coqueiro no Brasil. Aracaju: Embrapa (**Circular Técnica**), n. 62, 2011. 5 p.

GARCIA, M. J. M. et al . Ocorrência de mosca-branca em *Annona squamosa* no estado de São Paulo. **Ciencia Rural**, v. 43, n. 12, p. 2139-2141, 2013.

GERLING, D.; ALOMAR, O.; ARNÓ, J. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, v. 20, p.779-799, 2001.

HENDI, A. et al. Biological study on the white-fly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera, Aleyrodidae). **Bulltein of the entomological society of egypt**, v. 65, p.101-108, 1985.

HODGES G. S.; EVANS G. A. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern united states, **Florida Entomologist**, v. 88, n. 4, p.518-534, 2005.

HOWARD, F.W. Sap-feeders on palms. Chap. 3, p.109- 232. In: HOWARD, F.W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R.M.; ABAD, R.G. (ed). **Insects on Palms**. Wallingford: CABI Publishing, 400p, 2001.

MARTIN J. H; MOUND, L. A. An annotated check list of the world's whiteflies (Insecta : Hemiptera : Aleyrodidae). **Zootaxa**, v. 1492, p. 1-84. 2007.

MARTIN, J. H; MIFSUD, D; RAPISARDA, C. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. **Bulletin of Entomological Research, Wallingford**, v. 90, n. 5, p. 407-448, 2000.

MIZUNO, A. C. R.; VILAS BÔAS, G. L. **Biologia da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) em tomate e repolho**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1977, 5 p

MUSA, P. D.; REN, S. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three bean species. **Insect Science**, v. 12, n. 1, p. 25-30, 2005

ORIANI, M.; G; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Aspectos biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em seis genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 191-195, 2008.

OMENA, R.P.M. et al. First report on the whitefly, *Aleurodicus pseudugesii* on the coconut palm, *Cocos nucifera* in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 12, n. 26, p. 1-6, 2012.

SALAS, J.; MENDOZA, O. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Florida Entomologist**, v. 78, p. 154-160, 1995.

SALES, F.J.M., GONDIM, M.T.P. (1984) Biologia e manipulação da mosca-branca do cajueiro, *Aleurodicus cocois*. **In: Semana Cearense do Caju**, 2, Fortaleza, p. 12, 1984.

SANTOS, E. S. **Resistência de clones de cajueiro à mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* (CURTIS, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) e aspectos biológicos do inseto**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências agrárias, Fortaleza, 2016. 83p.

SILVA, C. G. *et al.* Desenvolvimento das fases imaturas de *Chrysoperla externa* alimentadas com ninfas de *Bemisia tabaci* criadas em três hospedeiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1065-1070, 2004.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SUNDARARAJ, R.; SELVARAJ, K. Invasion of rugose spiraling whitefly, *Aleurodicus rugioperculatus* Martin (Hemiptera: Aleyrodidae): a potential threat to coconut in India. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 12, p. 71-74, 2017.

TARAVATI, S., MANNION, C. Effect of aggregation and cage setting on some life history parameters of *Aleurodicus rugioperculatus* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal Economic Entomology**, v. 1, n. 109, p. 249-254, 2016.

TRINDADE, T; RACCA FILHO, F; DE LIMA, A. F. *Aleurodicus Douglas* (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleurodicinae) no estado do Rio de Janeiro e primeiro registro de *Aleurodicus trinidadensis* Quaintance and Baker para o Brasil. **Entomotropica**, v. 27, n. 2, p. 57-70, 2013.

TSAI, J.H; K. WANG. Development and reproduction of *Bemisia argentifolli* (Homoptera, Aleyrodidae) on five host plants. **Environmental Entomology**, v. 25, p. 810-816, 1996.

VIEIRA, M.R; CORREA, L.S. Ocorrência de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) e do predador *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) em mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob cultivo em ambiente protegido. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 1, p. 171-173, 2001.

VILLAS BÔAS, G. L **Caracterização molecular da mosca-branca *Bemisia argentifolia* Bellows & Perring, 1994 (Homoptera: Aleyrodidae) e determinação do potencial biótico às plantas hospedeiras: abobrinha (*Cucurbita pepo*) ; feijão (*Phaseolus vulgaris*) ; mandioca (*Manihot esculenta*) ; milho (*Zea mays*) ; poinsetia (*Euphorbia pulcherrima*) ; repolho (*Brassica oleracea*) e tomate (*Lycopersicum esculentum*).** 170 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2000.

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANCA, F. H; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 20, n. 1, p. 71-79, 2002.

WANG, K.; TSAI, J. H. Temperature effect on development and reproduction of silverleaf whitefly Homoptera: Aleyrodidae. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 89, n. 3, p. 375-384, 1996.

#### 4 COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS DE SEIS GENÓTIPOS DE COQUEIRO ANÃO (*Cocos nucifera* L.) E ATRATIVIDADE À MOSCA-BRANCA *Aleurodicus pseudugesii* MARTIN, 2008

##### RESUMO

Pesquisas com voláteis vêm despertando o interesse da comunidade científica, uma vez que eles não só guiam os inimigos naturais em direção à planta hospedeira, mas também mediam várias interações ecológicas com potencial para o desenvolvimento de novas estratégias de controle de pragas. Dessa forma, o presente capítulo tem como objetivo coletar e identificar os compostos voláteis de seis variedades de coqueiro, e verificar qual a variedade que possui mais preferência ao ataque da mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii*. Os acessos testados nesse experimento foram: Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão vermelho de Gramame (AVG); Anão amarelo de Gramame (AAG); Anão amarelo da Malásia (AAM). Para a coleta de voláteis em campo, os folíolos de cada variedade de coqueiro foram colocados dentro de sacos de polietileno com fluxo de ar de 400mL/min filtrado com carvão ativado injetado no saco plástico, e coletado pelos traps (ativados a 200 °C) com o adsorvente (Porapak Q 80/100 mesh, 0,05g; Supelco). Os extratos obtidos das plantas foram injetados em um sistema de CG 2010 PLUS Gas-Chromatograph – FID e CG/MS. Para o teste de olfatométrica, com cada uma das seis variedades de coqueiros, utilizaram-se 120 insetos, sendo cada um considerado uma repetição. Testes de livre escolha foram conduzidos para avaliar a preferência da mosca-branca para oviposição e alimentação nas variedades. Folíolos de cada variedade em teste foram colocados em gaiolas plásticas, no interior das quais foram liberados 100 adultos de *A. pseudugesii* não sexados, os experimentos foram realizados com e sem cis-jasmona. Após 24 horas, foi avaliada a quantidade de adultos e de ovos presentes em cada variedade. O experimento foi repetido dez vezes. Os dados obtidos foram submetidas à análise de variância e comparadas entre si pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott. Os compostos voláteis liberados pelas variedades anão verde de Jiqui (AVJ), anão vermelho de Camarões (AVC) e anão vermelho da Malásia (AVM) são atrativos para *A. pseudugesii*. A variedade AVG indica uma possível fonte de resistência do tipo não preferência (antixenose). Após a aplicação da cis-jasmona a variedade AVM demonstrou não preferência para *A. pseudugesii*. As variedades AVJ e AVC são as mais preferidas para oviposição e pouso por adultos de *A. pseudugesii*, demonstrando menor resistência em comparação às outras variedades em estudo. Há diferença de compostos liberados por cada variedade de coqueiro.

**Palavras-chave:** Preferência. Variedades de coqueiro. Indução de resistência



VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS OF SIX COWBERRY GENOTYPES (*Cocos nucifera* L.) AND WHITE-FLY ATTRACTIVENESS *Aleurodicus pseudugesii* MARTIN, 2008

ABSTRACT

Volatile research has aroused the interest of the scientific community as they not only guide natural enemies towards the host plant, but also measure various ecological interactions with potential for the development of new pest control strategies. Thus, this chapter aims to collect and identify the volatile compounds of six coconut varieties, and to check which variety has the most preference for the attack of the whitefly *Aleurodicus pseudugesii*. The accesses tested in this experiment were: Dwarf Green of Jiqui (DGJ); Cameroon Red Dwarf (DRC); Red Dwarf Malaysia (DRM); Gramame Red Dwarf (DRG); Gramame Yellow Dwarf (DYG); Malaysia Yellow Dwarf (DYM). In order to collect volatiles in the field, the folioles of each coconut variety were placed in polyethylene bags with air flow of 400mL / min filtered with activated carbon injected into the plastic bag and collected by traps (activated at 200 ° C) with the adsorbent (Porapak Q 80/100 mesh, 0.05g; Supelco). The extracts obtained from the plants were injected into a CG 2010 PLUS Gas-Chromatograph - FID and CG / MS system. For the olfactometry test, with each of the six varieties of coconut trees, 120 insects were used, each being considered a repetition. Free-choice tests were conducted to evaluate the preference of the whitefly for oviposition and feeding in the varieties. Folioles of each test variety were placed in plastic cages, within which 100 adults of unsexed *A. pseudugesii* were released, the experiments were performed with and without cis-jasmone. After 24 hours, the amount of adults and eggs present in each variety was evaluated. The experiment was repeated ten times. The obtained means were submitted to analysis of variance and compared by means of the Scott-Knott averages clustering test. The volatile compounds released by the Jiqui green dwarf (DGJ), Cameroon red dwarf (DRC) and Malaysian red dwarf (DRM) are attractive for *A. pseudugesii*. The AVG variety indicates a possible non-preferred type of resistance (antioxenose). After application of cis-Jasmone the DRM variety showed no preference for *A. pseudugesii*. The DGJ and DRC varieties are the most preferred for oviposition and landing by adults of *A. pseudugesii*, showing less resistance compared to the other varieties under study. There is a difference of compounds released by each variety of coconut.

**Keywords:** Preference. Varieties of coconut. Induction of resistance.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, percebe-se uma constante pressão da sociedade para aumentar a sustentabilidade de atividades produtivas no setor agrícola, o que requer a criação de inovações e tecnologias menos agressivas ao meio ambiente e à saúde humana. Neste contexto, a ciência volta seus estudos para o controle de pragas agrícolas, com estratégias que minimizem a utilização de agrotóxicos, direcionando dessa forma o desenvolvimento de estratégias ecológicas e sustentáveis para programas de manejo integrado de pragas (MIP) (PINTO-ZEVALLOS et al., 2013).

As plantas desenvolveram e foram aperfeiçoando uma diversidade considerável de mecanismos de defesa contra condições ambientais adversas, tais como o ataque por insetos-praga. Assim, constituem exemplos de defesa contra artrópodes herbívoros a produção de metabólitos secundários tóxicos (aleloquímicos), que podem matar herbívoros generalistas não adaptados, e de proteínas de defesa, como inibidores de proteases ou polifenol oxidases, que dificultam a digestão e diminuem a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento dos herbívoros (SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2006).

Tais mecanismos são considerados defesas diretas, porque afetam diretamente os herbívoros ao impedir que estes se alimentem. Outros tipos de defesa direta das plantas são as barreiras físicas que impedem a ação dos artrópodes, por exemplo, dificultando postura ou alimentação. Além das defesas diretas, a presença de estruturas que oferecem proteção e alimento, tais como domácias e nectários extraflorais, promovem a defesa indireta através da atração de parasitoides e predadores que exercem controle biológico sobre os herbívoros (ARIMURA; KOST; BOLAND, 2005).

As folhas das plantas, normalmente, liberam pequenas quantidades de compostos orgânicos voláteis (COVs) conhecidos como voláteis constitutivos. No entanto, em ataque de herbívoros, a quantidade e composição de voláteis modificam-se, levando à emissão de voláteis induzidos por herbivoria (PARE; TUMLINSON, 1999; ARIMURA et al., 2009). Os COVs emitidos na maioria das vezes pelas plantas incluem aldeídos, álcoois, terpenos e fenóis. (DICKE, 1999; DUDAREVA et al., 2004; ARIMURA et al., 2009). Estes voláteis possuem múltiplos papéis na defesa vegetal, incluindo a repelência a herbívora e deterrencia, atração de inimigos naturais, alelopatia e proteção contra estresses abióticos (HOLOPAINEN, 2004; KANT et al., 2009; HARE, 2011).

No entanto, existe uma grande variabilidade na composição de misturas voláteis entre espécies de plantas, e até entre diferentes genótipos e variedades de plantas de uma mesma espécie (GOUINGUENE et al., 2001; DEGEN et al., 2004). A emissão de voláteis é dinâmica, mudando durante o processo de ataque pelo herbívoro, e podendo variar de acordo com a espécie de herbívoro, sua quantidade e fase de desenvolvimento (DE MORAES et al., 1998; GIRLING et al., 2011; McCORMICK et al., 2012). Tanto os herbívoros quanto os seus inimigos naturais fazem uso da informação emitida pelos compostos voláteis para localizar e inferir na escolha de sua planta hospedeira ou presa, no caso dos inimigos naturais (DICKE, 2000; BRUCE et al., 2003; McCORMICK et al., 2012; MUMM; DICKE, 2010).

Estudo com voláteis vêm despertando o interesse da comunidade científica, uma vez que eles não só guiam os inimigos naturais em direção à planta hospedeira do inseto-praga, mas também mediam várias interações ecológicas com potencial para o desenvolvimento de novas estratégias de controle de pragas (PICKETT et al., 2006).

O uso de COVs ganhou importância dentro das práticas modernas de manejo integrado de pragas agrícolas, principalmente dentro de um viés de sustentabilidade (YU et al., 2008; ORRE et al., 2010). No entanto, informações sobre os COVs liberados por plantas de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) são poucas, havendo necessidades de estudos (BAKTHAVATSALAM et al., 1999; SHAMEER et al., 2002; SUBAHARAN, 2008). No trabalho de Shameer et al. (2017), muitos COVs foram identificados e relatados pela primeira vez em três variedades de coqueiros. No entanto, os autores ressaltam a necessidade de uma gama de trabalhos exploratórios que precisam ser executados para mais confirmações e descobertas.

As respostas induzidas em plantas são mediadas por compostos provenientes da via octadecanóide, entre os quais estão o ácido jasmônico e o jasmonato de metila (WASTERACK et al. 2006), os quais proveem informação sobre o estado do ataque da planta. A cis-jasmona, que está associada com a via octadecanóide induzida por estresse (PARÉ; TUMLINSON 1997), também é um composto envolvido na ativação de resistência da planta a insetos. A aplicação de cis-jasmona em plantas de alface repeliu o pulgão *Nasonovia ribisnigri* (Mosley, 1841) (Hemiptera: Aphididae), e o seu uso em armadilhas também diminuiu a captura do pulgão *Phorodon humuli* Schrank, 1801 (Hemiptera: Aphididae) (Birkett et al. 2000). Da mesma forma, trigo pulverizados com cis-jasmona foram significativamente menos infestados pelos pulgões *Metopolophium dirhodum* Walker, 1849, *Sitobion avenae* Fabricius, 1794 e *Rhopalosiphum padi* Linnaeus, 1758 (Birkett et al. 2000; Bruce et al. 2003).

Plantas de *Vicia faba* L. (Fabaceae) tratadas com cis-jasmona aumentaram os níveis de (E,E)- $\alpha$ -farneseno,  $\beta$ -cariofileno, (E)-4,8-dimetil-1,3,7 nonatrieno e (E)- $\beta$ -ocimeno (Birkett et al. 2000), compostos que são liberados por plantas atacadas por insetos herbívoros (Turlings et al. 1995). Este resultado sugere que cis-jasmona pode agir como um fitoferomônio, influenciando a liberação de compostos voláteis de plantas vizinhas intactas (Birkett et al. 2000). Plantas de uma cultivar de pimentão suscetível tratadas com cis-jasmona liberaram compostos orgânicos voláteis que repeliram o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (COSTA et al. 2011).

Dessa forma, o presente capítulo tem como objetivo identificar os compostos voláteis emitidos por seis variedades de coqueiro, e verificar qual a variedade que possui mais atratividade ao ataque da mosca-branca *Aleurodicus pseudugesii*.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

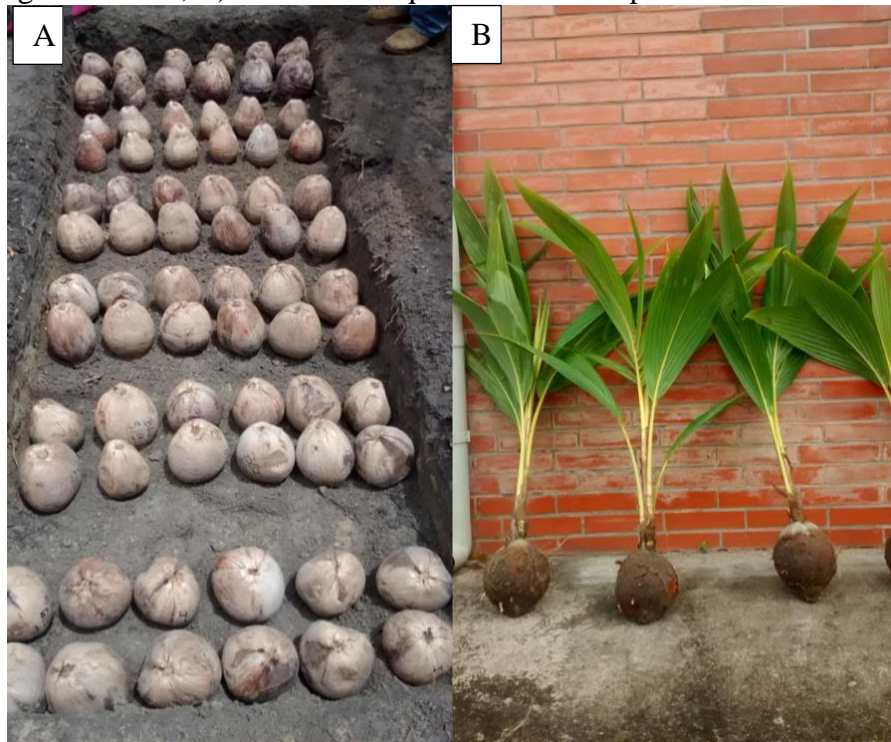
### 4.2.1 Obtenção das mudas

Foram avaliadas seis variedades de coqueiro provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Coqueiro da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju – SE), integrante da Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco – Cogent. As sementes oriundas do BAG foram plantadas em telado coberto com estrutura de sombrite com 50% de sombreamento.

Conforme recomendação de Fontes (2009), as sementes utilizadas para produção das mudas foram aquelas colhidas completamente secas com aproximadamente 11 a 12 meses de idade (Figura 10 A).

As variedades do presente estudo foram: Anão Verde de Jiqui (AVJ) Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM).

**Figura 9** - A) Frutos de coqueiro dispostos verticalmente em cova germinadora; B) Mudras de coqueiro 10 meses após a sementeira.



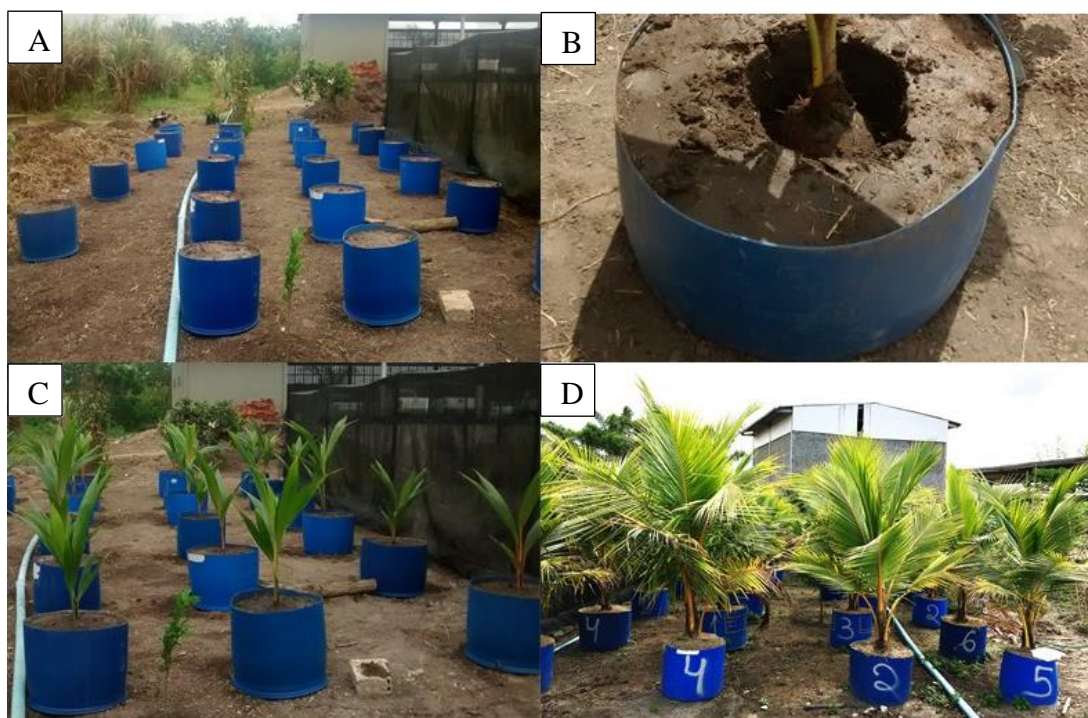
Fonte: Autor (2015/2016).

#### 4.2.2 Plantio das mudras em vasos no campo

Dez meses após a sementeira, as mudras foram retiradas das covas, realizando-se um desbaste nas raízes, com o intuito de eliminar as que foram danificadas ou quebradas e estimular a emissão de novas (Figura 10B) e transplantadas para bombonas plásticas de 100 L (Figura 11A). Para o plantio, utilizou-se um solo preto e houve a adição de “Super Simples” e cloreto de potássio no preparo. Realizou-se a análise físico-química de solo em laboratório específico, para mensuração dos teores de macro e micronutrientes presentes no preparo do solo. No total, foram transplantadas 24 plantas, sendo quatro mudras de cada variedade (Figura 11 D).

Dentre as mudras germinadas, as escolhidas para plantio nos vasos foram aquelas que apresentaram maior vigor e alta velocidade de germinação, tendo em vista que a germinação da semente é uma das principais características para se obter mudras vigorosas, isto porque normalmente existe uma relação positiva e significativa entre velocidade de germinação e produção da planta (MELO et al., 2006).

**Figura 10** – Preparação para transplante das mudas do viveiro para vasos no campo. A) Disposição dos vasos no campo; B) Vaso/Bombona de 100 L com solo pronto para o plantio; C) Mudanças com 24 horas após o transplante; D) Coqueiros aos 12 meses após o transplante.



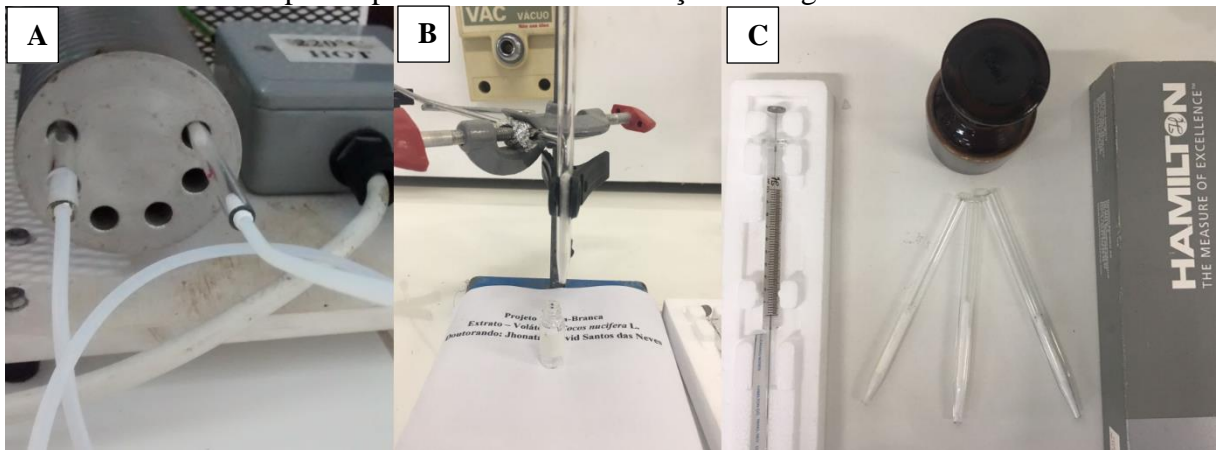
Fonte: Autor (2015/2016).

#### 4.2.3 Coleta de voláteis

Os tubos coletores (traps) eram lavados com 2000  $\mu\text{L}$  de hexano bidestilado e ativados sob temperatura de 200  $^{\circ}\text{C}$ , com fluxo de ar filtrado com carvão ativado (Figura 12 A). O solvente era analisado em CG-FID (Cromatografia gasosa - Detector por Ionização de Chama) para verificar a pureza do mesmo, e utilizar o cromatograma caso houvesse a necessidade de comparação com a amostra do extrato coletado.

Para a coleta de voláteis no campo, os folíolos de cada variedade de coqueiro foram colocados dentro de sacos de polietileno com fluxo de ar de 400 mL/min filtrado com carvão ativado injetado no saco plástico, e coletado pelos “traps” (ativados a 200  $^{\circ}\text{C}$ ) com o adsorvente (Porapak Q 80/100 mesh, 0,05 g; Supelco) localizados na extremidade do saco (Figura 13B).

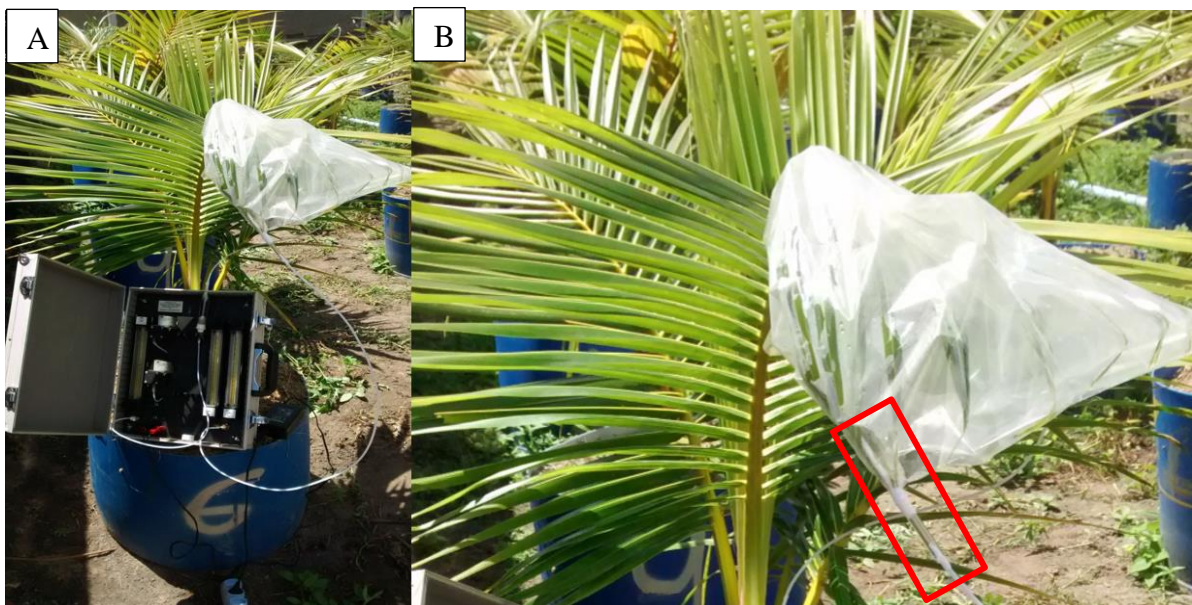
**Figura 11** – Procedimentos laboratoriais: A) Ativação dos traps em aquecedor sob temperatura de 200 °C. B) Dessorção para armazenamento dos voláteis coletados. C) Tubos (traps) e materiais necessários para o procedimento de dessorção e lavagem.



Fonte: Autor (2017).

Os procedimentos foram realizados de acordo com Chemical Ecology Training Manual, e adaptações contidas na literatura específica (COSTA et al., 2011; ZHOU et al, 2015). As coletas dos voláteis foram realizadas durante o dia, por 12h, tendo em vista que o inseto-praga em estudo tem hábito diurno. As plantas utilizadas para aeração tinham 20 meses de idade, e cada genótipo analisado possuía quatro plantas no campo, totalizando 24 repetições. As coletas dos voláteis (Figura 13 A) foram realizadas em triplicada para cada genótipo.

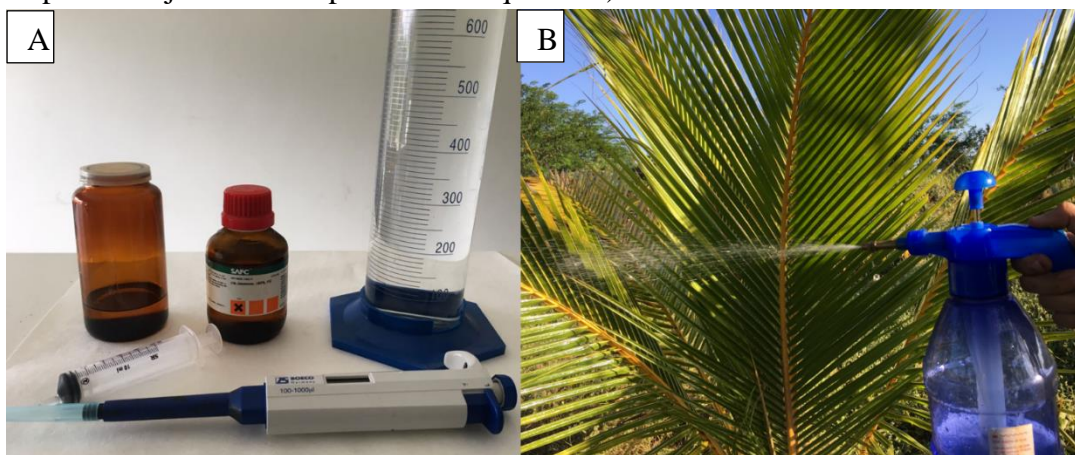
**Figura 12** – Coleta de voláteis de coqueiro em campo, Rio Largo-AL 2016. A) Sistema de aeração montado em campo; B) Saco de polietileno coletor de voláteis com “trap”.



Fonte: Autor (2016).

Para os testes com os compostos voláteis obtidos através da indução de resistência, as plantas foram tratadas com cis-jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, EUA), sendo a emulsão preparada em laboratório com 250  $\mu\text{L}$  de cis-jasmona + 1 mL de Tween 20 em 1 L de água destilada (Figura 14A) (HEGDE et al., 2011; COSTA et al., 2012). Utilizou-se um pulverizador manual para aplicação no campo, e para pulverizar toda a planta até o ponto de escorrimento foi necessário em média 950 mL da emulsão (Figura 13B).

**Figura 13** – Material utilizado para a preparação da emulsão com cis-jasmona A). Aplicação em campo da cis-jasmona em plantas de coqueiro B).



Fonte: Autor (2017).

A coleta dos voláteis das plantas tratadas com cis-jasmona foi realizada conforme procedimento já descrito. Após a coleta dos voláteis, os “traps” eram envoltos com papel e o processo de dessorção foi realizado passando-se 500  $\mu\text{L}$  de hexano bidestilado nos tubos (traps) contendo o adsorvente (Figura 12B), sendo a solução então armazenada em frascos (vial) de 2 mL sob refrigeração. O procedimento foi realizado no laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPqRN) do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

#### 4.2.4 Injeção e análises dos voláteis coletados

Antes de iniciar o processo de injeção, a seringa era lavada com hexano bidestilado, para manter a amostra sem contaminação, ou no maior grau de pureza possível. Para injeção de cada amostra, utilizava-se o volume de 1  $\mu\text{L}$  do extrato obtido na aeração, conforme Lopes et al. (2017). Os extratos obtidos das plantas foram injetados em um sistema de CG 2010 PLUS



Gas-Chromatograph - FID (coluna Rtx 1 30m/ d. 0,25 mm temperatura máxima 330 °C. Split. Inj.split/splitless). O método utilizado foi o modo Splitless, temperatura do injetor 250 °C, coluna 50 °C por cinco minutos, 5 °C por minuto até 250 °C. O tempo total da corrida foi de 50 minutos.

Os picos de interesse foram identificados através do Índice de Retenção (IR), que depende de vários parâmetros, como temperatura, comprimento da coluna e fluxo do gás carreador, o índice de retenção é calculado através dos padrões de alcanos adjacentes.

Alguns bancos de dados e mecanismos de pesquisa podem fornecer sugestões da identificação do COV, mais provas de identificação do composto podem ser obtidas comparando-se os tempos de retenção e espectros de massa com padrões autênticos comercialmente disponíveis. Outro mecanismo adicional na identificação é a utilização do índice de retenção de Kovats (THOLL et al., 2006).

O Índice de Retenção de Kovats (IK) foi o parâmetro utilizado para identificar compostos no cromatograma, pela fórmula abaixo:

$$KI = 100 * n + 100 * (N - n) * \frac{\log trx - \log rn}{\log t(rN) - \log t(rn)}$$

Onde:

trx é o tempo de retenção do analito; trN e N são, respectivamente, o tempo de retenção e o número de átomos do alcano mais próximo eluindo antes do analito; trn e n são, respectivamente, o tempo de retenção e o número de carbonos do alcano mais próximo eluindo antes do analito.

Os compostos foram identificados cálculo do índice de Kóvats e comparados pela base de dados Pherobase (<http://www.pherobase.com>) (RAGUSO; PELLMYR, 1998; THOLL et al., 2006; THOLL; ROSE, 2006).

Os extratos obtidos das plantas também foram injetados em um sistema de cromatografia gasosa acoplada a um espectrômetro de massa (CG/EM) QP5050A, usando coluna DB-5 (30 m × 0,25 mm DI × 0,25 µm); e hélio como gás carreador. Os parâmetros usados para as análises foram: modo Splitless. As temperaturas do injetor e detector foram de 250 °C e 280 °C, respectivamente, com uma velocidade de temperatura de 8 °C/min. Os

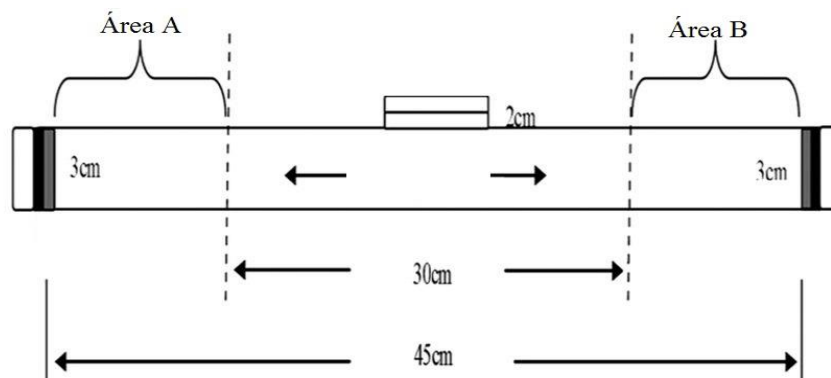
compostos foram identificados por comparação automática, usando-se o banco de dados Wiley MS (Wiley Class 5000, sexta edição) e o programa GCMSolution.

Analisou-se as seis variedades sem cis-jasmona. E as duas variedades que se mostraram mais contrastantes (mais suscetível e mais resistente) para análise dos compostos orgânicos voláteis após a aplicação da cis-jasmona.

#### 4.2.5 Bionsaíais com olfatômetro

Os bioensaios ocorreram no laboratório de Entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros – UEP/Rio Largo-AL. Utilizou-se um olfatômetro horizontal (Figura 15), conforme proposta de Du et al. (2016), que consiste de uma arena em vidro transparente composta por um tubo principal (45 cm × 3 cm de diâmetro). No centro do olfatômetro há uma abertura por onde os insetos eram introduzidos, com o auxílio de pincel número zero.

**Figura 14** – Estrutura do olfatômetro horizontal utilizado nos testes de preferência



Fonte: Adaptado de: <<https://www.nature.com/articles/srep22140/figures/4>>.

O tubo foi revestido, internamente na parte inferior, com papel filtro qualitativo com gramatura de 80 g/m<sup>2</sup>, uma vez que em ensaios preliminares, ocorreu dificuldade de deslocamento da mosca-branca pela superfície lisa do vidro. O experimento ocorreu sob luz branca, com temperatura média de 25 ± 1 °C e UR 70 ± 10%. A cada repetição, o olfatômetro era girado, a fim de evitar o viés direcional. Os insetos adultos com ± 48h após a emergência eram coletados da criação pré-estabelecida, no período da manhã e levados para o laboratório para ambientação por, no mínimo, 2 horas, antes de iniciar os testes.

Em uma das extremidades do olfatômetro, colocou-se em um quadrado de papel filtro ( $2 \times 2$  cm) uma alíquota de  $10 \mu\text{L}$  do extrato dos voláteis coletados na aeração dos coqueiros e, na outra, colocava-se em um quadrado de papel filtro ( $2 \times 2$  cm) uma alíquota de  $10 \mu\text{L}$  de hexano bidestilado (controle), e o solvente foi deixado a evaporar por 30 segundos. Um fluxo de ar  $300 \text{ mL/min}$  filtrado com carvão ativado foi inserido nas extremidades, com o objetivo de carrear os voláteis e estimular o inseto. Considerava-se como escolha o lado do olfatômetro em que o inseto permanecia por no mínimo 60 segundos.

Para o teste de olfatometria, com cada uma das seis variedades de coqueiro, utilizaram-se 120 insetos, sendo cada um considerado uma repetição. Os insetos que não respondiam para nenhuma das extremidades eram desconsiderados do experimento. A cada 30 insetos utilizados no bioensaio, o olfatômetro era higienizado e colocado em estufa de secagem e esterelização a  $120^\circ\text{C}$  por 24h, para evitar a influência do odor residual.

#### 4.2.6 Análise estatística

Para análise dos dados, utilizou-se o teste não paramétrico qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Para isso, os dados foram transformados em porcentagem e aplicados na fórmula abaixo, e os resultados foram comparados no teste  $\chi^2$  ( $P < 0,05$  e  $P < 0,01$ ).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Onde:  $f_o$  = frequência observada e  $f_e$  = frequência esperada.

#### 4.2.7 Avaliação da preferência das variedades de coqueiro à mosca-branca

Testes de livre escolha foram conduzidos para se avaliar a preferência para oviposição e alimentação. Para isso, folíolos (Figura 16) de cada um dos seis genótipos em estudo foram colocados em gaiolas entomológicas de plástico ( $45 \times 35 \times 15$  cm), revestidas com papel alumínio, no interior das quais foram liberados 100 adultos não sexados da mosca-branca. Após 24 horas, avaliou-se a quantidade de adultos e de ovos presentes nos folíolos de cada variedade.

Após verificados e selecionados os genótipos mais resistente e suscetível, as plantas foram tratadas com cis-jasmona e os testes anteriormente descritos foram repetidos.

**Figura 15** – Folíolos (B) das variedades em caixa entomológica (A) acondicionada em temperatura ambiente de  $26 \pm 3$  °C, no laboratório de Biotecnologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros.



Fonte: Autor (2017).

#### 4.2.8 Delineamento e análise estatística

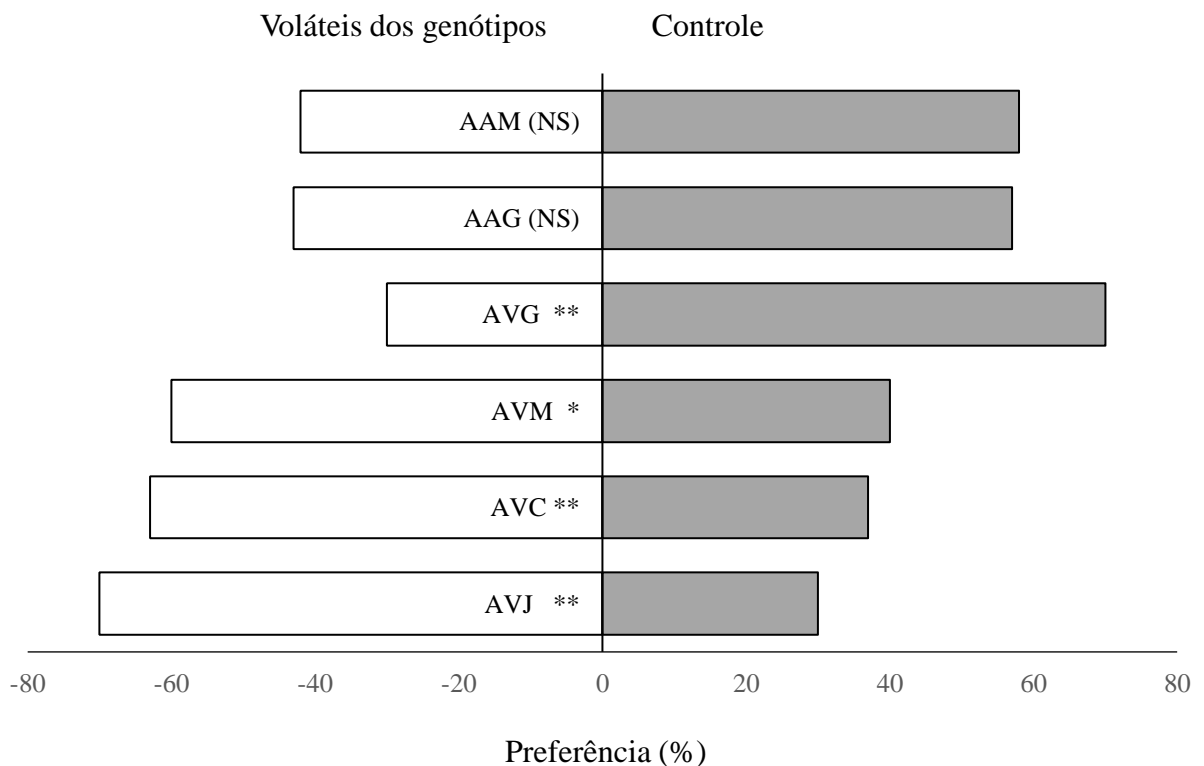
O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC). Cada genótipo de coqueiro foi considerado como um tratamento, para identificação de cada tratamento, identificou-se os folíolos com etiquetas adesivas. O experimento foi repetido dez vezes, com e sem cis-jasmona. Foi realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de média Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). O programa estatístico utilizado foi GENES (CRUZ, 2013, 2016).

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Nos ensaios de olfatométrica (Figura 17), para as variedades AAM ( $\chi^2_{cal} = 2,56$ ; gl = 1) e AAG ( $\chi^2_{cal} = 1,96$ ; gl = 1), não houve diferença significativa entre a preferência dos insetos para os compostos orgânicos voláteis dessas variedades e o controle (hexano). Para as variedades AVJ ( $\chi^2_{cal} = 16,00$ ; gl = 1) e AVC ( $\chi^2_{cal} = 6,76$ ; gl = 1), houve diferença significativa pelo teste qui-quadrado a 1% e, para a variedade AVM ( $\chi^2_{cal} = 4,00$ ; gl = 1),

houve diferença a 5% na preferência pelos voláteis. O teste realizado com a variedade AVG apresentou diferença significativa ( $\chi^2_{\text{cal}} = 16,00$ ; gl = 1) a 1%, no entanto, com preferência dos insetos para o controle, indicando uma tendência para antixenose (LARSSON, 2002).

**Figura 16** – Preferência de *A. pseudugesii* por voláteis de variedades de coqueiro, em olfatômetro horizontal ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ), Rio Largo-AL, 2017.



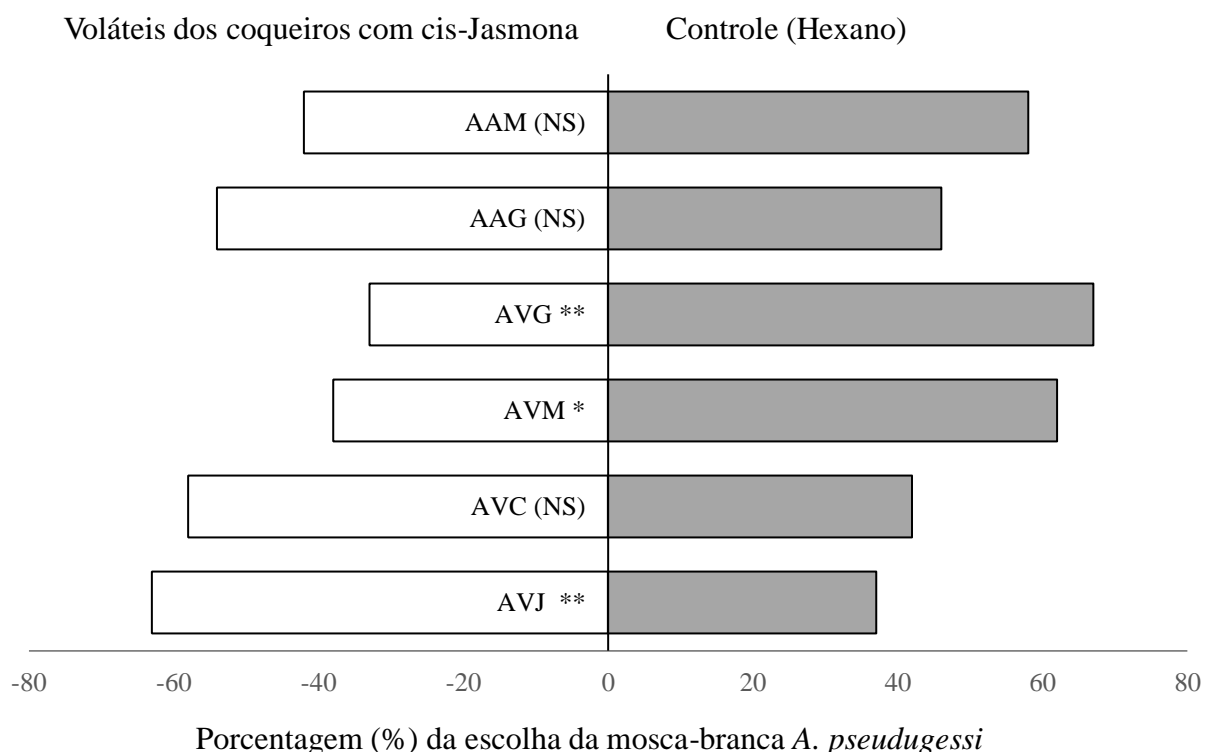
Variedades Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM).  
 \*\*Significativo a 1%; \* Significativo a 5%; (NS) Não significativo pelo teste qui-quadrado  $\chi^2$ .

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Plantas e herbívoros interagem por meio dos metabólitos das plantas direta ou indiretamente. Alguns comportamentos mediados por voláteis são proeminentes em pragas herbívoras (DICKE; BALDWIN, 2010). Em condições naturais, as plantas produzem diferentes misturas de voláteis como monoterpenos, sesquiterpenos, aldeídos e voláteis de folhas verdes (RAJABASKAR et al., 2013), cuja composição química depende fortemente de variedades ou cultivares de plantas dentro de uma mesma espécie (McDANIEL et al., 2016). Darshanee et al. (2017), ao testarem voláteis de diferentes variedades de tomates, observaram diferença significativa na escolha por moscas-brancas *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, 1856 (Hemiptera: Aleyrodidae), evidenciando que algumas variedades podem ser mais atrativas que

outras, ou até mesmo provocarem uma repelência, por exemplo, através de mecanismos químicos, como os COVs.

**Figura 17** – Preferência de *A. pseudugesii* por voláteis de variedades de coqueiro, após a aplicação de cis-jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, EUA) em olfatômetro horizontal ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ ), Rio Largo-AL, 2017.



Variedades Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM). \*\*Significativo a 1%; \* Significativo a 5%; (NS). Não significativo pelo teste qui-quadrado  $\chi^2$ .

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Resultados obtidos com extratos voláteis após a aplicação da cis-jasmona, evidenciaram que, para as variedades AAM ( $\chi^2_{\text{cal}} = 2,56$ ;  $gl=1$ ), AAG ( $\chi^2_{\text{cal}} = 0,64$ ;  $gl=1$ ) e AVC ( $\chi^2_{\text{cal}} = 2,56$ ;  $gl=1$ ) não houve diferença significativa ( $\chi^2$ ) a 5% entre a escolha pelos voláteis das respectivas variedades e o controle. No entanto, para as variedades AVG ( $\chi^2_{\text{cal}} = 11,56$ ;  $gl=1$ ) e AVM ( $\chi^2_{\text{cal}} = 5,76$ ;  $gl=1$ ), ocorreu diferença significativa na preferência pelo controle, indicando uma resistência do tipo antixenose para essas duas variedades (Figura 18). Destaca-se que a AVM só revelou essa não-preferência após a aplicação da cis-jasmona.

A resistência do tipo antixenose ocorre quando fatores morfológicos ou químicos da planta afetam negativamente o comportamento do herbívoro (SMITH; CLEMENT, 2012). Já a variedade AVJ ( $\chi^2_{cal} = 6,76$ ;  $gl=1$ ), mesmo após a aplicação da cis-jasmona, mostrou-se mais preferida pelos insetos, com diferença significativa a 1% pelo teste qui-quadrado.

Delaney et al. (2013) observaram que a cis-jasmona induz a liberação de voláteis que repelem *Oulema melanopus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Chrysomelidae) das folhas de trigo e cevada. Oluwafemi et al. (2013), ao estudarem se a cis-jasmona poderia estimular a defesa no milho, *Zea mays* (L.) (Poaceae), verificaram, por meio da liberação de compostos voláteis, o aumento na resistência e a velocidade de resposta de defesa após o ataque da planta por *Cicadulina storeyi* (Hemiptera: Cicadellidae), e no bioensaio com olfatometro em tubo Y, a resposta do inseto para a cis-jasmona não foi significativamente diferente do controle ( $P > 0,05$ ).

#### 4.3.1 Teste de preferência com livre escolha (sem cis-jasmona)

Para as variáveis número de insetos e ovos por folíolo, as variedades que apresentaram maiores médias foram a AVJ, com  $26,20 \pm 2,73$  para número de adultos/folíolo e  $97,00 \pm 14,53$  para ovos/folíolo, e a variedade AVC, com as médias  $20,00 \pm 1,43$  (adultos/folíolo) e  $90,00 \pm 12,99$  (ovos/folíolo), não diferindo entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ). A variedade AVG apresentou menor média com relação ao número de ovos por folíolo  $22,00 \pm 12,80$ . No entanto, não houve diferença significativa entre as variedades AAM, AVM, AAG e AVG nas variáveis número de ovos e adultos, pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ) (Tabela 5).

**Tabela 5** – Preferência de adultos e oviposição (média  $\pm$  EP) de mosca-branca por folíolo das seis variedades de coqueiro testadas ( $25 \pm 3$  °C; UR:  $70 \pm 10\%$ ), Rio Largo, AL, 2017.

Variedade	Insetos/folíolo	Ovos/folíolo
Anão Verde de Jiqui	$26,20 \pm 2,73$ A	$97,00 \pm 14,53$ A
Anão Vermelho de Camarões	$20,00 \pm 1,43$ A	$90,00 \pm 12,99$ A
Anão Vermelho da Malásia	$14,10 \pm 1,35$ B	$31,00 \pm 14,00$ B
Anão Vermelho de Gramame	$16,80 \pm 1,54$ B	$22,00 \pm 12,80$ B
Anão Amarelo de Gramame	$13,70 \pm 2,28$ B	$26,00 \pm 13,09$ B
Anão Amarelo da Malásia	$10,40 \pm 1,19$ B	$50,00 \pm 17,12$ B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ )

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Rodrigues, Boiça-Júnior e Farias (2012), verificando a antibiose e não preferência para oviposição de *Bemisia Gennadius*, 1889 biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) por cultivares de *Vigna unguiculata* (L.), constataram que as cultivares BRS Urubuquara, IPA-206 e BR17 Gurgueia apresentam resistência do tipo não preferência para oviposição. A cultivar BRS Urubuquara apresentou resistência a *B. tabaci* biótipo B do tipo antibiose; a cultivar Sempre Verde foi a mais suscetível para a mosca-branca. E ovipositar na face abaxial das folhas na posição superior da planta de *V. unguiculata*, no entanto na presente pesquisa não foi levado em consideração a parte morfológica como fator de resistência, não descartando essa possibilidade em estudos posteriores. Cruz e Baldin (2016) também verificaram a não-preferência de moscas-brancas por diferentes genótipos de soja.

Hasanuzzaman et al. (2016), em estudo com a berinjela *Solanum melongena* (Solanaceae), investigaram variação em características morfológicas foliar como a densidade e comprimento do tricoma, espessura da folha e cor podem afetar o pouso, a alimentação e oviposição de *B. tabaci*, verificando uma correlação positiva significativa, assim quanto maior a densidade e comprimento do tricoma, a espessura da folha, mais adultos e ovos de mosca branca estiveram presentes.

Após a aplicação da cis-jasmona foi possível constatar que, no teste de livre escolha com as seis variedades de coqueiro AVJ, AVC AVM, AVG, AAG, AAM, não apresentaram diferença significativa pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ) (Tabela 6) entre as variedades e as variáveis número de adultos e ovos por folíolo.

A cis-jasmona induz a defesa da planta, Bruce et al. (2003) avaliaram em laboratório e no campo a cis-Jasmona no controle de pulgões de cereais. Nos bioensaios de olfatômetro a CJ foi repelente ao pulgão *Sitobion avenae* Fabricius, 1775 (Hemiptera). Além disso, plantas de trigo, *Triticum aestivum* (L.), pulverizadas com cis-jasmona foram menos suscetíveis ao ataque de *S. avenae* em relação às plantas controle (pulverizadas com água).



**Tabela 6** – Preferência de adultos e posturas (Média±EP) de mosca-branca por folíolo das seis variedades de coqueiro testadas, após a aplicação de cis-jasmona. Temperatura:  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ; UR:  $70 \pm 10\%$ , Rio Largo, AL, 2017.

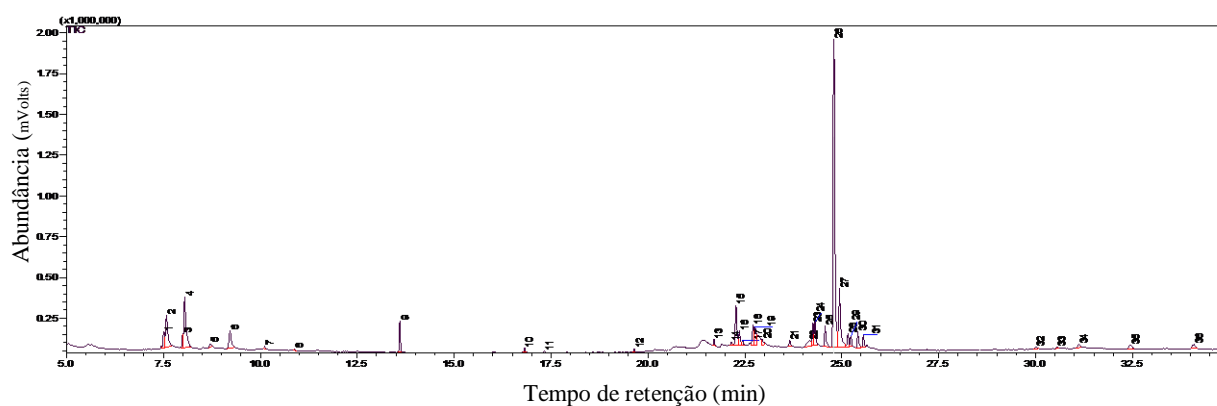
Variedade	Insetos/folíolo	Ovos/folíolo
Anão Verde de Jiqui	$10,80 \pm 1,65$	$11,00 \pm 3,40$
Anão Vermelho de Camarões	$7,30 \pm 3,74$	$12,30 \pm 3,67$
Anão Vermelho da Malásia	$8,60 \pm 3,09$	$11,40 \pm 5,47$
Anão Vermelho de Gramame	$7,40 \pm 2,82$	$8,9 \pm 3,47$
Anão Amarelo de Gramame	$8,50 \pm 2,98$	$10,00 \pm 5,57$
Anão Amarelo da Malásia	$8,10 \pm 2,05$	$10,5 \pm 3,83$

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Segundo Shah e Liu (2013), *B. tabaci* pode pousar nas plantas que não são as de maior preferência e colocar apenas alguns ovos, ou simplesmente reconhecem a planta hospedeira, podendo, no entanto, depois procurar se estabelecer em outras plantas ou variedades. Portanto, o número de adultos que pousam nas plantas não pode ser usado para interpretar a conveniência do hospedeiro de formas imaturas de *B. tabaci*.

As figuras 19 a 24 representam os perfis cromatográficos das variedades de coqueiro cujas aerações foram realizadas no campo. Os Índices de Kovats, e sugestões da biblioteca, estão relacionados por meio das tabelas 7 a 12, indicam os possíveis compostos presentes em cada variedade em estudo. É possível constatar que, a depender da variedade, há diferença na quantidade de compostos orgânicos voláteis emitidos, ocorrendo também a presença em comum entre compostos nas variedades de coqueiro anão.

**Figura 18** – Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.



**Tabela 7** – Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui.

(continua)

Pico	IK	Compostos
1	1063	Propoxi metil
2	1087	Hexileno Glicol
3	1171	3-metil-2-heptanona
4	1188	3-metil-lundecana
5	1344	Hidroperoxido, 1-etilbutil
6	1391	6-undecano (CAS)
7	1399	Octametil- (CAS)
8	1432	2-pentene, 2,4,4-trimetil-
9	1499	Epizonarenona
10	1509	Dodecametil
11	1519	Ciclohexilmetil isobutil ester
12	1547	2,5-dimetilphenol
13	1557	Tetrahidropiran
14	1571	$\alpha$ -Bisabolol
15	1590	Triciclono
16	1599	Nonano
17	1615	Metilfosfonato
18	1621	<i>cis</i> - álcool arteônico

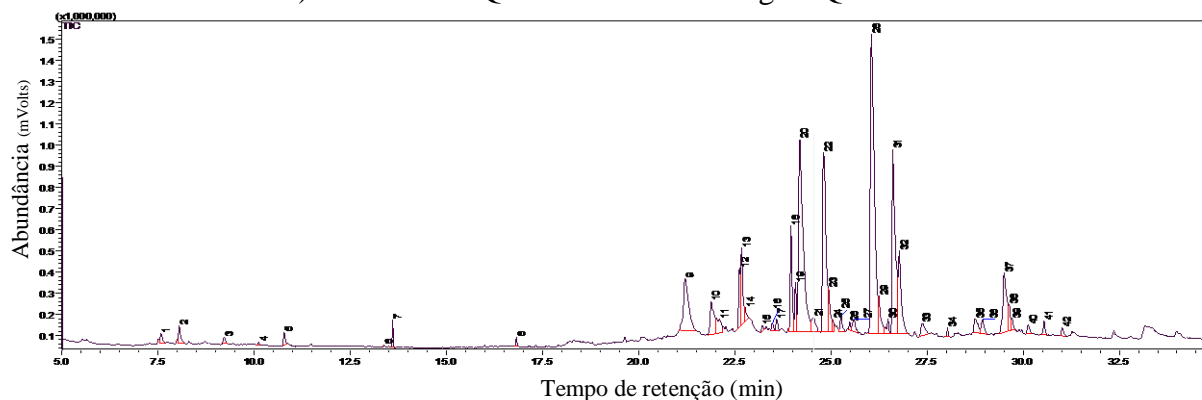
**Tabela 7** – Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui.

(continuação)

Pico	IK	Compostos
19	1642	Isobutil heptadecil éster
20	1650	1-propano, 2-metil-
21	1657	1-heptadecano-1-etil-ciclopentano
22	1664	Heptadecano
23	1671	Cariofileno óxido
24	1681	6-metil-2-(3-metil-3-ciclohexeno-1-metil)-5-hepten-2-ona
25	1690	Ciclopentadecano
26	1699	4,5-dimetoxil-6-(2-propenil)
27	1709	7-Acetil-6-etil-1,1,4,4-tetrametiltetralino
28	1722	Isoledeno
29	1747	6-metil-heptadecano
30	1794	Ciclopenta[g]-2-benzopirano
31	1798	( <i>E</i> )-8-tetradecenil acetato
32	1814	Heneicosano
33	1832	Ciclohexilmetil pentadecil éster
34	1846	Nonacosano
35	1860	Heneicosano
36	1865	Tetratetracontano

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

**Figura 19** - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Vermelho de Camarões, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.

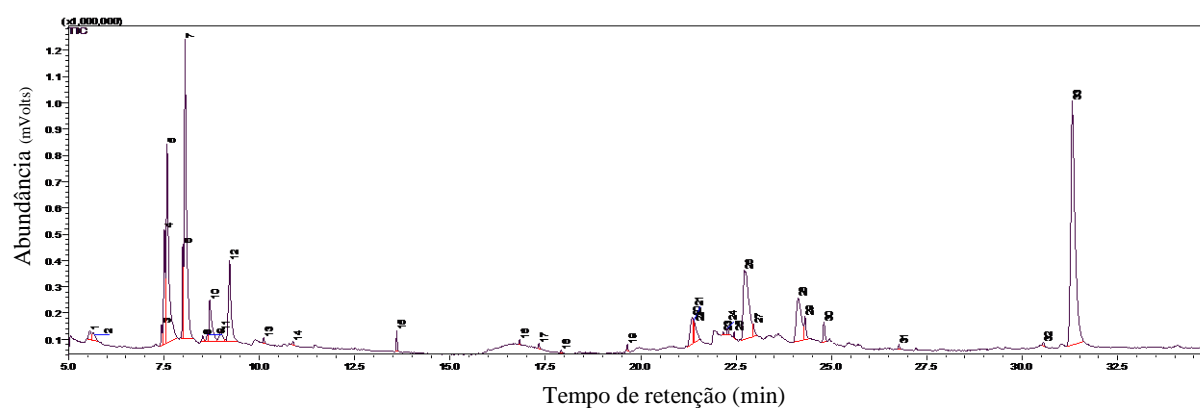


**Tabela 8** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho de Camarões.

Pico	IK	Composto
1	995	2-pentano
2	1171	3-metil-2-heptanona
3	1345	$\alpha$ -cubebano
4	1355	Octadecano
5	1358	Limoneno
6	1400	Dodecano
7	1500	( <i>E</i> )-9,11-Dodecadien-1-ol
8	1509	1-Hidroxi-1,7-dimetil-4-isopropil-2,7-ciclododecadiano
9	1520	Dodecano, 2,6,11-trimetil-
10	1557	Tetracosano, 2,6,10,15,19,23-hexametil
11	1564	Octadecil 2-propil éster
12	1599	Heptadecano
13	1651	Pentadecano, 2,6,10,14-tetrametil-
14	1699	Ácido Benzóico
15	1709	( <i>E</i> )-2-heptadecano
16	1747	6-metil-heptadecano
17	1799	Octadecano
18	1832	Hexadecano, 2,6,10,14-tetrametil
19	1846	Isopentil dodeceno
20	1860	( <i>Z</i> )-7-hexadecano
21	1865	Diisobutil benzeno-1,2-dicarboxila
22	1874	2-metiltridecano
23	1885	1-Dioxano
24	1899	Heneicosano
25	2277	2,13-Diacetoxiheptadecano

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

**Figura 20** - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Vermelho da Malásia, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.



**Tabela 9** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho da Malásia.

(continua)

Pico	IK	Composto
1	1024	2-ciclohexano-1,4-diano
2	1038	Metilciclopentano
3	1045	2-heptano
4	1049	3,2 buteno
5	1062	2-metildecano
6	1087	3-metil-2-heptano
7	1171	Benzoato de etila
8	1188	Hidroperoxido
9	1236	Metil 2-metilbutil
10	1255	1-etilbutil
11	1289	1-metilpentil
12	1300	6-undecano
13	1345	Butil octanoato
14	1355	2-pentano, 2,4,4-trimetil-
15	1393	(Z)-4-Dodecano
16	1400	Dodecano
17	1432	Ciclohexilmetil pentadecil éster
18	1464	Disulfide, 2(1,1,3,3-tetrametilbutil)

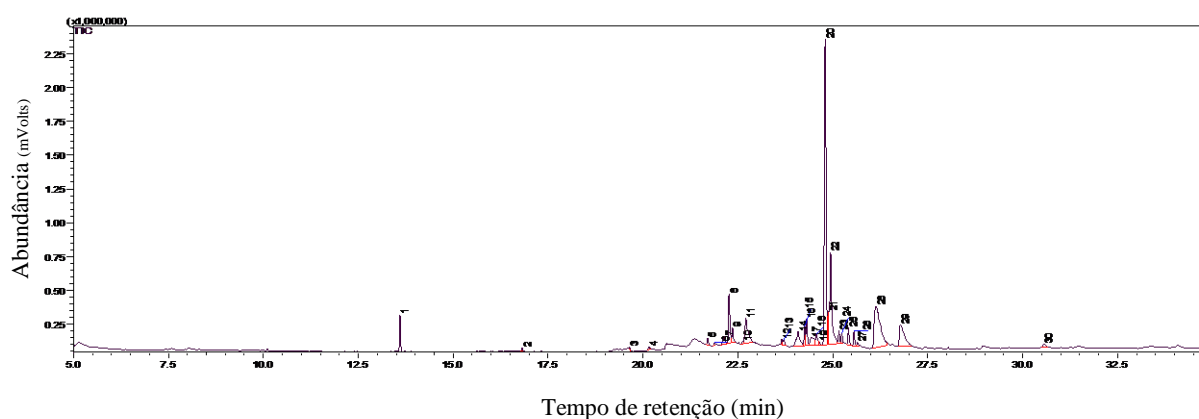
**Tabela 9** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho da Malásia.

(continuação)

Pico	IK	Composto
19	1500	2,6-dihidroxiacetona
20	1520	Nonano
21	1548	2-isopropil-5-metil-1-heptano
22	1558	Hexil octil ester
23	1564	2-metilpentadecano
24	1571	$\alpha$ -Bisabolol
25	1599	(Z)-2-heptano
26	1615	Heptadecano
27	1652	4-bromofenol
28	1657	Octadecano
29	1664	(E)-4-tetradecano
30	1699	(E)-9-dodecano acetato
31	1709	(E)-2-heptadecano
32	1746	6-metilheptadecano
33	1764	Cedran-8-yl acetato

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

**Figura 21** - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Vermelho de Gramame, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.

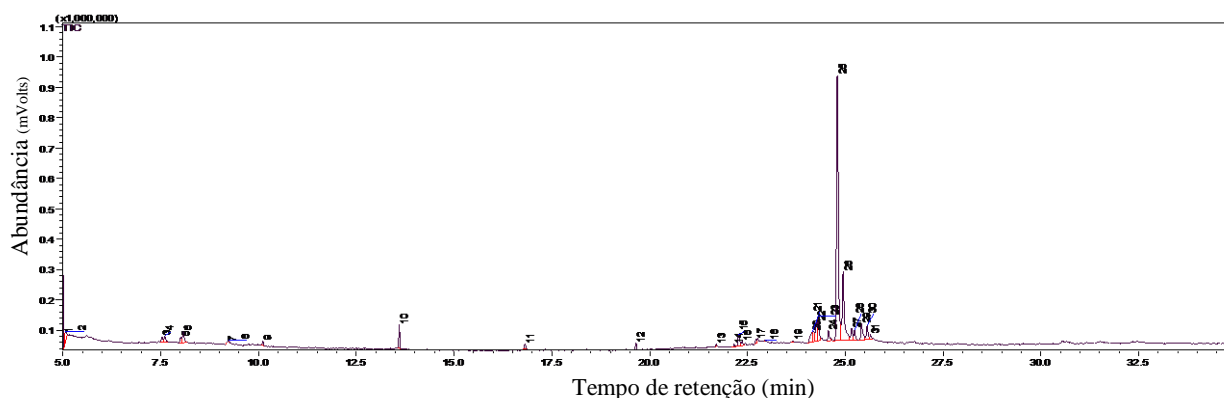


**Tabela 10** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Vermelho de Gramame.

Pico	KI	Composto
1	939	5-metilheptano
2	1063	2-metildecano
3	1087	1-undecano
4	1171	1-nanol
5	1345	2,6-octadieno
6	1400	Dodecano
7	1499	Epizonano
8	1509	Óxido de cariofileno
9	1519	Bibenzil
10	1557	4-Metilpentadecano
11	1599	Tetradecano
12	1615	1-heptadecano-metil-ciclopentano
13	1621	(Z)-1,2,4-trimetoxi-5-(1-propenil)-benzeno
14	1641	Octadecano
15	1650	5-metilhexadecano
16	1657	(Z)-2-metil-2-ácido butânico
17	1663	Benzeno
18	1671	Ciclopentadecano
19	1681	Pirazino
20	1691	Triazino
21	1699	1,2-benzenodicarboxílico
22	1709	7-acetil-6-etil-1,1,4,4-tetrametiltetralino
23	1722	Isoledano
24	1748	(E,Z)-3,7,11-trimetil-2,6,10-dodecatrieno
25	1788	(Z)-6- acetato tetradecano
26	1794	4-Butilfeno
27	1798	(Z)-7-Hexadecano
28	1813	(E)-12-Hexadecano
29	1831	2- ácido metilbenzoico
30	1840	ciclohexilmetil heptadecil éster

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

**Figura 22** - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Amarelo de Gramame, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.



**Tabela 11** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo de Gramame.

(continua)

Pico	KI	Composto
1	995	( <i>E</i> )-2-acetato de etilo
2	1012	d-manitol
3	1024	2-1,4 ciclohexano
4	1558	2-pentanona
5	1615	2-heptanona
6	1622	6-nonano
7	1651	2-decano
8	1658	Éter
9	1682	6-metil-2-(3-metil-3-ciclohexano-1-metil)-5-heptano
10	1697	( <i>Z</i> )-3,7,11-trimetil-2,6,10- dodecatrienol
11	1700	( <i>E</i> )-9-acetato dodecanol
12	1709	Pentadecano
13	1795	( <i>E</i> )-5-acetato tetradecano
14	1799	2,6-ácido dihidroxibenzóico
15	1813	Cariofileno óxido
16	1832	4,5-dimetilheptadecano
17	1846	Nonane
18	1860	( <i>Z</i> )-7-hexadecano
19	1866	6-cilohexadecanone



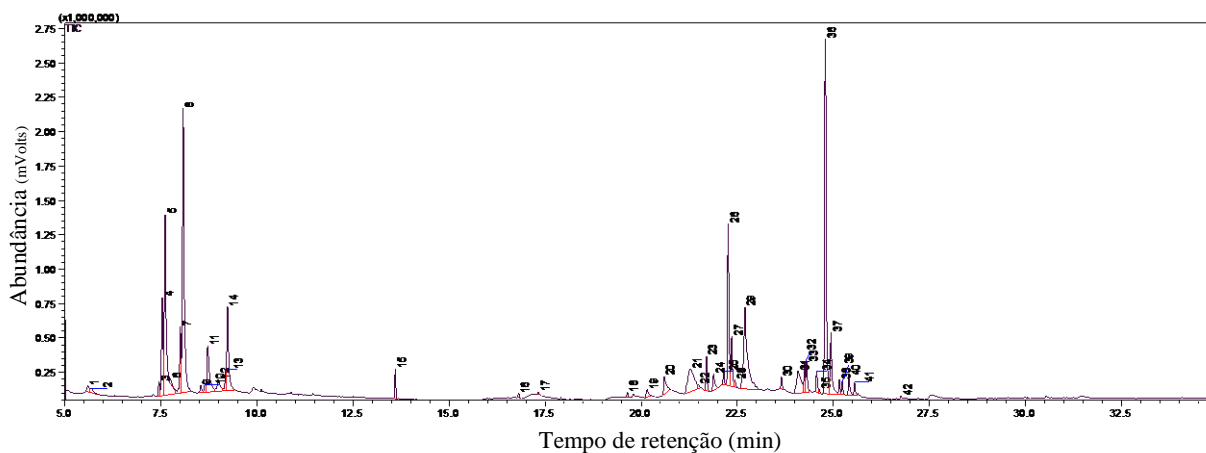
**Tabela 11** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo de Gramame.

(continuação)

Pico	KI	Composto
20	1874	Octadecano
21	1886	Tetradecano
22	1900	Nonadecano
23	1912	1,1,3,3,5-pentametil-6-t-butil-2,3
24	2000	Cyclopentadecano
25	2013	Acetato de hexacecil
26	2034	7-acetil-6-etil-1,1,4,4-tetramiltetralino

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

**Figura 23** - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Amarelo da Malásia, com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL.



**Tabela 12** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo da Malásia.

(continua)

Pico	IK	Composto
1	1071	Isopropenil-4-metil-1-ciclohexano
2	1138	3-metilciclopentano
3	1171	2-metil-3-buteno
4	1187	2-metil-1-undecano

**Tabela 12** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo da Malásia.

(continuação)

Pico	IK	Composto
5	1236	3,7-acetato de dimetil octano
6	1255	Hexanoato de isopentilo
7	1288	3-Metil-2-heptano
8	1345	Butirato de benzilo
9	1390	$\beta$ -cubebene
10	1399	1-Metilpentil
11	1409	1-Etilbutil
12	1432	4-(2,6,6-Trimetil-1-ciclohexano)-butano
13	1466	6-undecano
14	1480	3,7-Dimetil-6-octenil isobutirato
15	1499	Epizonarenona
16	1509	4 - propionato de metoxibenzilo
17	1520	5- alil - 4 - metoxi - 1 , 3 - benzodioxole
18	1556	Pentasiloxano -
19	1599	2 , 2-dimetil-3-vinil-biciclo [ 2.2.1 ] heptano
20	1614	Metil (Z) - 5 , 11 , 14 , 17 -eicosatetraenoato
21	1620	1,2-benzenodicarboxílico
22	1632	Acetato de decano
23	1641	Bromofenol
24	1650	2 , 6 , 10 , 14 -Tetrametil - hexadecano
25	1657	(Z) -6 - dodeceno - $\gamma$ - lactona
26	1671	Cariofileno óxido
27	1681	Nonano
28	1699	Ciclohexilmetil hexil éster
29	1709	Tetradecano
30	1722	1-heptadecano
31	1746	Octadecano
32	1753	1,2,3,4-tetrametilnaftaleno
33	1794	4 -butilfeno

**Tabela 12** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Amarelo da Malásia.

(conclusão)

Pico	IK	Composto
34	1798	Ciclopentadecano
35	1814	Ginolutone
36	1831	(Z)-12-acetato de tetradecenilo
37	1845	7-acetil-6-etil-1,1,4,4-tetrametiltetralina
38	1859	4- metiloctadecano
39	1865	(E)-3-hexadeceno
40	1874	Ciclopentadecano
41	1885	Metil 14-metilpentadecano
42	1899	Éster hexílico de ciclo-hexilmetilo

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Na literatura não há nenhum trabalho relacionado a coleta e identificação de compostos voláteis orgânicos de folhas de coqueiro em campo, para comparar com os compostos elencados nas tabelas 7 a 12, no entanto Shameer et al. (2017), pesquisando compostos orgânicos voláteis de extrato (HPLC) de folhas coqueiro infestadas com *Opisina Arenosella* Walker, 1864 (Lepidoptera: Oecophoridae), constataram o presença de alguns compostos em comum com os obtidos das aerações realizadas no presente trabalho, como Nonano, 2,5-dimetilphenol, Ciclohexilmetil isobutil éster, Heneicosane.

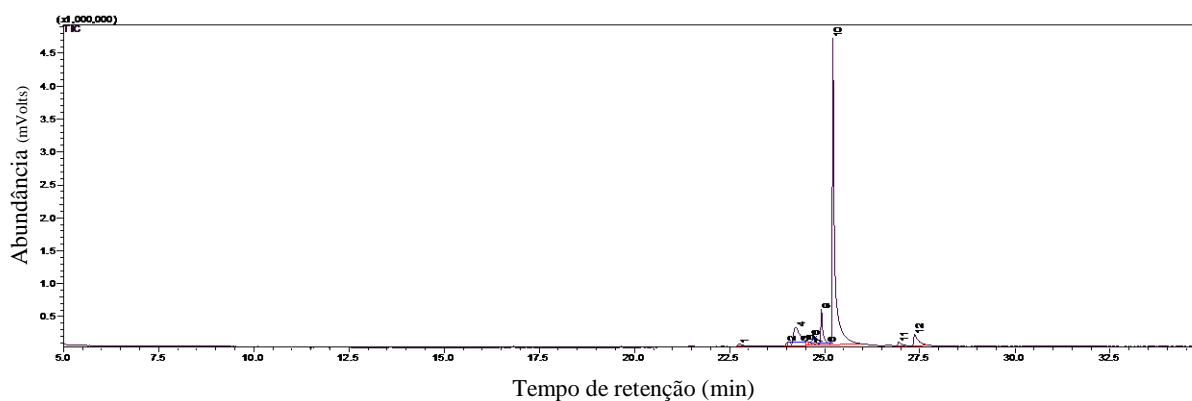
Estudo complementares posteriores poderão associar cada composto e a possível ação de atração ou não dos seus constituintes voláteis à mosca-branca, testes de Eletroantenografia, poderá indicar quais compostos orgânicos voláteis tem ação sobre à mosca-branca.

#### Análises das aerações após a aplicação da cis-jasmona

Conforme determinado a critérios de variedade mais suscetível (maior quantidade de ovos no teste de livre escolha) e mais resistente suscetível (maior quantidade de ovos no teste de livre escolha), definiu-se, respectivamente as variedades 1 (Anão verde de Jiqui) e 4 (Anão Vermelho de Gramame), para avaliar o comportamento na liberação de COVs após a aplicação de cis-Jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, USA). Após a determinação automáticas dos picos de

interesse e observação dos cromatogramas (Figura 25 e 26), verifica-se uma redução da quantidade de compostos voláteis emitidos (Tabela 13 e 14). Havendo dessa forma, a possibilidade de compressão que a atuação da cis-Jasmona (derivada do ácido jasmônico) em coqueiro, por meio da via metabólica suprime a liberação de compostos

**Figura 24** - Cromatograma do extrato volátil da variedade de coqueiro Anão Verde de Jiqui, após aplicação de cis-jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, EUA), com base na similaridade da biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL..

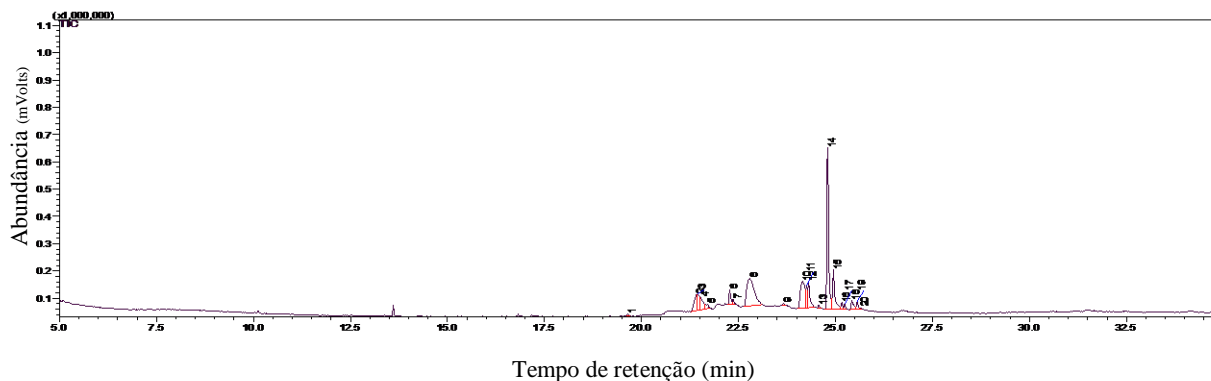


**Tabela 13** - Índice de Kovats (IK\*) calculado dos compostos orgânicos voláteis identificados por CG-EM, para a variedade Anão Verde de Jiqui, após aplicação da cis-jasmona.

Pico	IK	Composto
1	1746	Heptadecano , 2,6,10 , 15-tetrametil
2	1753	Dodecano , 4 , 6-dimetil
3	1794	Hexadecano , 2,6,10,14 - tetrametil
4	1798	Salicilato de etila
5	1814	1 - Hexanol , 5-metil-2- (1-metiletil )
6	1831	Ácido benzóico
7	1845	7-Hexadeceno
8	1859	5-amino-2-(p-metilfenil)-2-metil-2H
9	1865	Homosalato
10	1874	Heptadecano-2,4-dione
11	1885	1 , 7 , 7 - trimetil - 3 - (2-feniletilideno) biciclo [ 2.2.1 ] heptano
12	1899	9Ácido palmitoleico
13	2020	cis - 7 , 8 - epoxi - 2 - metil- 4- octadecano

**Figura 25** - Cromatograma do extrato volátil da variedade Anão Vermelho de Gramame, após a aplicação de cis-Jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, USA), com base na similaridade da

biblioteca e comparação com o IK (Índice de Kovats, Pherobase – RTX5). Instituto de Química e Biotecnologia-IQB/UFAL..



**Tabela 14** - Índice de Kovats (KI\*) calculado e compostos orgânicos voláteis identificados por CG/MS, para a variedade Anão Vermelho de Gramame (AVG), após a aplicação de cis-Jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, USA).

Pico	KI	Composto
1	1691	Triazano
2	1699	Nonano
3	1709	Dodecano
4	1722	4-bifenilamina
5	1748	Bicyclo [ 2.2.1 ] heptano , 2-metoxi-1 , 7 , 7-trimetil-
6	1788	(Z) -11- acetato de tetradecenilo
7	1794	Óxido de cariasofileno
8	1798	Heptadecano , 2 , 6 , 10 , 15 - tetrametil
9	1813	1 - heptadec - 1 - ynil - ciclopentanol
10	1831	Octadecano
11	1859	Benzeno , 1-acetil-4 - (4-propilciclo-hexil)
12	1865	Ciclopentadecano
13	1885	acetil - 6 - etil - 1 , 1,4 , 4-tetrametiltetralina
14	1899	Heneicosano
15	1904	(E)-2-Nonadecano
16	1925	3-etildibenzotiofeno
17	1947	2 , 7-dimetildibenzotiofeno
18	2011	(Z) -12-hexadecenil acetato

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Pesquisas revelam que plantas de couve *Brassica oleracea* (L) (Brassicaceae) tratadas com jasmonato de metila (MeJA), um outro derivado do ácido jasmônico, aumenta as emissões voláteis e atraem predadores e parasitóides em níveis comparáveis aos de plantas não tratadas (BRUINSMA et al., 2009).

A atuação da cis-Jasmona na proteção e indução de resistência em plantas já é algo descrito há muito tempo na literatura. No entanto, pouco se sabe sobre esse mecanismo da cis-jasmona, por exemplo, na mediação do comportamento da oviposição dos insetos através de mudanças na emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) (DISI et al., 2017). Sobhy et al. (2017), constataram em bioensaios comportamentais com o pulgão de batata *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphidae), que o tratamento com cis-jasmona aumentou substancialmente a emissão de COV de defesa de batatas em comparação com as plantas tratadas sem cis-Jasmona.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Os compostos voláteis liberados pelas variedades anão verde de Jiqui (AVJ), anão vermelho de Camarões (AVC) e anão vermelho da Malásia (AVM) são atrativos para *A. pseudugesii*.

A variedade AVG indica uma possível fonte de resistência do tipo não preferência (antixenose).

Após a aplicação da cis-Jasmona a variedade AVM demonstrou não preferência para *A. pseudugesii*.

As variedades AVJ e AVC são as mais preferidas para oviposição e pouso por adultos de *A. pseudugesii*, demonstrado menor resistência em comparação às outras variedades em estudo.

Há diferença de compostos liberados por cada variedade de coqueiro.

Com a aplicação da cis-jasmona há supressão de alguns compostos orgânicos voláteis por plantas de coqueiro no campo.

## REFERÊNCIAS

- ARIMURA G.; MATSUI K.; TAKABAYASHI J. Chemical and molecular ecology of herbivore-induced plant volatiles: proximate factors and their ultimate functions. **Plant and Cell Physiology**, v. 50, n. 5, p.911-923, 2009.
- ARIMURA, G.; et al. Herbivore-induced defense response in a model legume. Two-spotted spider mites induce emission of (*E*)- $\beta$ -ocimene and transcript accumulation of (*E*)- $\beta$ -ocimene synthase in *Lotus japonicus*. **Plant Physiology**, v. 135, n. 4, p. 1976-1983, 2004.
- ARIMURA, G.-I.; KOST, C.; BOLAND, W. Herbivore-induced, indirect plant defences. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 15, n.1734, p.91-111, 2005.
- BAKTHAVATSALAM, N.; SINGH S. P.; TANDON, P. L.; CHAUDHARY, M.; PREETHI, S. Behavioural responses of key parasitoids of *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) to the kairomones. **Journal of Biological Control**. v.13, n.1/2, p.7-14, 1999.
- BALDIN, E.L.L. et al. Characterization of Antixenosis in Soybean Genotypes to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype B. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 4, p. 1869–1876, 2017.
- BIRKETT, M. A . et al. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, p. 9329-9334. 2000.
- BRUCE, T. J. et al. Cis-jasmone treatment induces resistance in wheat plants against the grain aphid, *Sitobion avenae* (Fabricius) (Homoptera: Aphididae). **Pest Management Sciences**, v.59, p.1031–1036, 2003.
- BRUINSMA, M. et al. Jasmonic acid-induced volatiles of *Brassica Oleracea* attract parasitoids: effects of time and dose, and comparison with induction by herbivores. **Journal of experimental botany**, v. 60, n. 9, p. 2575–2587, 2009.
- CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 38, p. 5471-552, 2016.
- DELANEY, K. et al. Synthetic cis-jasmone exposure induces wheat and barley volatiles that repel the pest cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* L. **Jornal Chemical Ecology**, v. 39, p.620–629, 2013.
- DEGEN, T.; DILLMANN, C.; MARION-POLL, F.; TURLINGS, T. C.J. High Genetic Variability of Herbivore-Induced Volatile Emission within a Broad Range of Maize Inbred Lines. **Plant Physiology**, v. 135, p. 1928-1138, 2004.
- DICKE, M. Evolution of induced indirect defence of plants. In: R. Tollrian & C.D. Harvell (eds.) **The Ecology and Evolution of Inducible Defenses**. Princeton University Press, Princeton, NJ, p.62-88, 1999.
- DICKE, M. Chemical ecology of host-plant selection by herbivorous arthropods: a multitrophic perspective. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 28, p. 601-617, 2000.

DISI, J. O. et al. Cis-jasmone primes defense pathways in tomato via emission of volatile organic compounds and regulation of genes with consequences for *Spodoptera exigua* oviposition. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 11, n.4, p. 591-602, 2017.

DU, W. et al. a primary screening and applying of plant volatiles as repellents to control whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) on Tomato. **Nature: Scientific Reports**, v.6, n. 22140; p.1-10, 2016.

DUDAREVA, N.; PICHERSKI, E.; GERSHENZON, J. biochemistry of plant volatiles. **Plant Physiology**, v. 135, p. 1893-1902, 2004.

FONTES, H. R. Produção de mudas, métodos para manejo do solo e tratos culturais de coqueiro gigante ajustados à pequena produção. In: CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 232 p.

FREITAS, J. D. **Extração e Identificação dos Voláteis da Inflorescência do coqueiro e sua Atração a Insetos Pragas**. Anais ...da 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/29ra/resumos/T1165-1.pdf>>. Acesso em 20 de jul 2017.

GOINGUENE S. et l. Variability in herbivore-induced odour emissions among maize cultivars and their wild ancestors (Teosinte). **Chemoecology**, v. 11, p. 9-16, 2001.

HARE, J. D. Ecological role of volatiles produced by plants in response to damage by herbivorous insects. **Annual Review Entomology**, v. 56, n. 161, 2011.

HASANUZZAMAN, A. T. M. et al. “Leaf morphological characters can be a factor for intra-varietal preference of whitefly *Bemisia Tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) among eggplant Varieties. **PLoS ONE**, v. 11, n. 4, 2016.

KANT M.R. et al. Plant Volatiles in Defence. In: **Plant Innate Immunity, Advances in Botanical Research**. Ed. Van Loon L.C, v. 51, p. 613-666, 2009.

KESSLER, A.; BALDWIN, I. T. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. **Science**, v. 291, n. 5511, p. 2141-2144, 2001.

LARSSON, S. Resistance in trees to insects—an overview of mechanisms and interactions. Chap. 1, Pages 1-29. In: M.R. Wagner, K.M. Clancy, F. Lieutier and T.D. Paine (Eds.) **Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2002.

LOPES, P. et al. Technological evaluation of emulsions containing the volatile oil from leaves of *Plectranthus amboinicus* lour. **Pharmacognosy Magazine**, v. 13, n. 49, p. 159-167, 2017.

MCCORMICK A.C. et al. The specificity of herbivore-induced plant volatiles in attracting herbivore enemies. **Trends in Plant Science**, v. 17, n. 5, p. 303-1310. 2012.

MELO, M. F. V.; LOIOLA, C. M.; CAMBUÍ, E. V. F. ARAGÃO, W. M.. Germinação de sementes de cultivares de coqueiro. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 17., 2006, Recife/PE. **anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Genética, 2006. CD-ROM.



- MUMM, R.; DICKE M. Variation in natural plant products and the attraction of bodyguards involved in indirect plant defense. **Canadian Journal of Zoology**, v. 88, p. 628-667, 2010.
- OLUWAFEMI, S. et al. Priming of production in maize of volatile organic defence compounds by the natural plant activator cis-jasmone. **PLoS ONE**. v. 8, n. 6, p. 1-7, 2013.
- ORRE, G.U.S. et al. Effects of an herbivore-induced plant volatile on arthropods from three trophic levels in brassicas. **Biological Control**, v. 53, p.62-67, 2010.
- PARÉ, P.W.; TUMLINSON, J.H. Plant Volatiles as a Defense against Insect Herbivores. **Plant Physiology**. v. 121, n. 2, p. 325-331, 1999.
- PARÉ, P.W.; TUMLINSON, J. H. De novo access De Novo Biosynthesis of Volatiles Induced by Insect Herbivory in Cotton Plants. **Plant Physiology**, v. 114, n. 4, p. 1161-1167, 1997.
- PICHERSKY, E.; GERSHENZON, J. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, n. 3, p. 237-243, 2002.
- PICKETT, J. A et al. Plant volatiles yielding new ways to exploit plant defence. In: M, DICKE.; W, Takken. **Chemical ecology: from gene to ecosystem**. Berlin, Germany: Springer. p. 161 – 173, 2006.
- PINTO-ZEVALLOS, D. M. et al . Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, São Paulo , v. 36, n. 9, p. 1395-1405, 2013.
- RAGUSO, R. A; O. PELLMYR. Dynamic headspace analysis of floral volatiles: a comparison of methods. **Oikos**, v. 81, p. 238–254, 1998.
- SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J.; DICKE, M. **Insect-Plant Biology**. 2<sup>a</sup> ed., Oxford University Press: Oxford, 2006, p. 101-127.
- SHAH, M.M; LIU, T-X. Feeding experience of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) affects their performance on different host plants. **Plos One**, v. 8, n. 10, p. 1-7, 2013.
- SHAMEER, K.S. et al. Electroantennogram responses of the coconut leaf eating caterpillar, *Opisina arenosella* Walker and its parasitoid *Brachymeria nosatoi* Habu to different varieties/hybrids of coconut. **Journal of Plantation Crops**, v. 30, n. 3, p. 60-62, 2002.
- SHAMEER, K.S. et al. Volatile organic compounds in healthy and *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera: Oecophoridae) infested leaves of coconut palms. **Entomon**, v. 42, n. 2, p.121-132, 2017.
- SOBHY, I. S. et al. Cis-jasmone elicits aphid-induced stress signalling in potatoes. **Journal of Chemical Ecology**, v. 43, n. 1, p. 39–52, 2017.
- SUBAHARAN, K. **Educating the parasitoids**: Olfactory learning in *Goniozus nephantidis* Muesbeck, the parasitoid of coconut black beaded caterpillar, *Opisina arenosella* Walk. Central Plantation Crops Research Institute (Indian Council of Agricultural Research) Kasaragod, Kerala, India, 2008, pp 35.

THOLL, D.; ROSE, U. S. Detection and identification of floral scent compounds. In N. D.; E, PICHERSKY. **Biology of floral scent**. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 2006, p. 3–25.

THOLL, D. et al. Practical approaches to plant volatile analysis. **Plant Journal**, v. 45, p. 540–560, 2006.

VANCANNEYT, G. et al. Hydroperoxide lyase depletion in transgenic potato plants leads to an increase in aphid performance. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 98, n. 14, p. 8139-8144, 2001.

YU, H.L. et al. Field-testing of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. **Environmental Entomology**, v. 37, p. 1410-1415, 2008.

ZHOU, J. et al. Identification of host-plant volatiles and characterization of two novel general odorant-binding proteins from the legume pod borer, *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). **Plos One**, v.10, n 10, p. 1-17, 2015.

WASTERNAK. C. et al. The wound response in tomato role of jasmonic acid. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, n. 3, 297-306, 2006.

## 5 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA CONSTITUTIVA E INDUZIDA À MOSCA-BRANCA *Aleurodicus pseudugesii* MARTIN, 2008 EM SEIS VARIEDADES DE COQUEIRO ANÃO

### RESUMO

A resistência de plantas tem sido um componente importante para o manejo integrado de pragas, uma vez que plantas resistentes possibilitam o controle de insetos-praga, de forma menos onerosa, sustentável e ambientalmente seguro, minimizando o uso de inseticidas. A alimentação de insetos é um dos principais fatores bióticos que ameaçam a sobrevivência da planta. Por isso, durante o processo de coevolução, as plantas desenvolveram sistemas de defesas complexos para lidar com os ataques de insetos. Os insetos utilizados nos testes de resistência constitutiva e induzida foram obtidos a partir de população mantida em telado, unidade de execução de pesquisa da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Rio Largo-AL. Folíolos de cada uma das seis variedades foram infestados separadamente em gaiolas entomológicas no interior das quais foram liberados 20 adultos não sexados da mosca-branca *A. pseudugesii*. Após 24 horas, os adultos foram removidos, contados o número de ovos e mantendo-se os folíolos dentro da gaiola no campo. Para os testes de resistência induzida, utilizaram-se as seis variedades em estudo, sendo as plantas tratadas com cis-Jasmona ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, EUA). Avaliou-se a duração e viabilidade do período de ovo; ninfas de I, II, III e IV instares, adultos e número de ovos por folíolos. Foi avaliado também o período de pré-oviposição, fecundidade e fertilidade. O experimento foi analisado segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos a análise de variância, foi aplicado o teste de agrupamento de médias Scott-Knott, com o uso do programa GENES. Nas condições do presente estudo não houve alteração em número dias na fase de ovo e ninfas de *Aleurodicus pseudugesii* para variedades de coqueiro sem e com cis-jasmona. A aplicação de cis-jasmona diminuiu a fecundidade das moscas-brancas *A. pseudugesii*, nas variedades seis variedades estudadas. As variedades AVC, AVM e AAM, diminuíram a viabilidade dos ovos de *A. pseudugesii*, após a aplicação da cis-jasmona. Após a aplicação da cis-jasmona os genótipos AVJ, AVM, AVG, AAG e AAM, mostraram resistência do tipo antixenose à *A. pseudugesii*.

Palavras-chave: cis-jasmona. *Cocos nucifera* L. Insetos-praga. Antixenose

EVALUATION OF THE CONSTITUTIVE AND INDUCED RESISTANCE TO THE  
WHITEFLY *Aleurodicus pseudugesii* MARTIN, 2008 IN SIX DWARF COCONUT  
VARIETIES

ABSTRACT

Plant resistance has been an important component for integrated pest management, since resistant plants make it possible to control pest insects in a less costly, sustainable and environmentally safe manner, minimizing the use of insecticides. Insect feeding is one of the major biotic factors that threaten plant survival. Therefore, during the co-evolution process, the plants developed complex defensive systems to deal with insect attacks. The insects used in the tests of constitutive and induced resistance were obtained from the population kept in screen, research execution unit of Embrapa Tabuleiros Costeiros, in Rio Largo-AL. Foliolles from each of the six varieties were infested separately in entomological cages within which 20 adult non-sexed adults of the whitefly *A. pseudugesii* were released. After 24 hours, the adults were removed, counted the number of eggs and keeping the leaflets inside the cage in the field. For the induced resistance tests, the six varieties under study were used, the plants being treated with cis-Jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, USA). The duration and viability of the egg period were evaluated; nymphs of I, II, III and IV instars, adults and number of eggs per leaflet. The period of pre-oviposition, fecundity and fertility was also evaluated. The experiment was analyzed according to a completely randomized experimental design. The data were submitted to analysis of variance, the Scott-Knott averages group test was applied using the GENES program. Under the conditions of the present study there was no change in number of days in the egg phase and nymphs of *Aleurodicus pseudugesii* for coconut varieties without and with cis-jasmone. The application of cis-jasmone decreased the fecundity of whiteflies *A. pseudugesii*, in the six varieties studied. After the application of cis-jasmone, the genotypes DGJ, DRM, DRG, DYG and DYM, showed resistance of the antixenose type to the *A. pseudugesii*.

**Keywords:** cis-jasmone. *Cocos nucifera* L. Insects-pest.

## 5.1 INTRODUÇÃO

A resistência de plantas tem sido um componente importante para o Manejo Integrado de Pragas, uma vez que plantas resistentes possibilitam o controle de insetos-praga, de forma menos onerosa, mais sustentável e ambientalmente segura, minimizando o uso de inseticidas (CLOYD, 2016).

A alimentação de insetos é um dos principais fatores bióticos que ameaçam a sobrevivência da planta. Por isso, durante o processo de coevolução, as plantas desenvolveram sistemas de defesa complexos para lidar com os ataques de insetos (BALLARÉ, 2014). As plantas também podem responder ao ataque de insetos através da ativação de mecanismos de resistência que reduzem o a ação das pragas (SANTIAGO et al., 2017).

De acordo com Vendramim e França (2005), a resistência de uma planta a uma dada praga é determinada por genes constitutivos e também por genes induzíveis. Neste último caso, ela é chamada de resistência induzida, e consiste no aumento do nível de resistência por agentes externos, sem que a planta sofra alterações no seu genoma, por meio da ativação de genes que codificam diversas respostas de defesa (BONALDO et al., 2005).

Em meio a estudos relacionados à resistência de plantas a insetos, a cis-jasmona já demonstrou em estudos de campo e laboratório que pode induzir a resistência de plantas a herbívoros, como *F. occidentalis* (THALER et al., 2001) e várias espécies de pulgões (Bruce et al., 2003; Brunissen et al., 2010; Glinwood et al. 2007).

As moscas-brancas *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 (Hemiptera: Aleyrodidae) são consideradas pragas extremamente polífagas, que pode prejudicar diretamente as plantas quando as ninfas e adultos se alimentam da seiva, causando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta (CAMERON, 2013).

Com relação a *A. pseudugesii*, não há na literatura nenhum estudo de resistência, o que tornou imprescindível a avaliação de genótipos de coqueiro à praga. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi verificar a resistência constitutiva e induzida de seis genótipos de coqueiro à mosca-branca.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Obtenção dos insetos

Os insetos de mosca-branca *A. pseudugesii* utilizados nos testes de resistência constitutiva e induzida foram obtidos a partir de população mantida em telado, criadas em variedades de coqueiro híbrido desde 2016 na unidade de execução de pesquisa (UEP) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Rio Largo-AL. Procurou-se manter os insetos sob a criação em variedades de coqueiro híbrido, para evitar um direcionamento de preferência para os insetos nos experimentos com as variedades de coqueiro anão avaliadas no presente trabalho.

### 5.2.2 Obtenção dos genótipos de coqueiro

Foram avaliadas seis variedades de coqueiro provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Coqueiro da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju – SE), integrante da Rede Internacional de Recursos Genéticos de Coco – Cogent.

As variedades utilizadas no presente estudo foram: Anão Verde de Jiqui (AVJ) Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM). No total foram utilizadas 24 plantas de coqueiro, sendo seis genótipos e quatro repetições, plantadas no campo conforme croqui e mapa (apêndice).

### 5.2.3 Realização dos testes de resistência constitutiva e induzida nas seis variedades de coqueiro anão

Para o teste de resistência constitutiva, folíolos (Figura 27) de cada uma das seis variedades foram infestados separadamente em gaiolas feitas com garrafas do tipo PET (polietileno tereftalato) de 2 L, no interior das quais foram liberados 20 adultos não sexados da mosca-branca *A. pseudugesii*. Após 24 horas, os adultos foram removidos, contando-se o número de ovos com auxílio de lupa manual e mantendo-se os folíolos dentro da gaiola no campo, para evitar condições adversas ou colonização das posturas por inimigos naturais ou outros insetos. Em cada variedade foram realizadas dez infestações, sendo cada uma considerada uma repetição.

**Figura 26** – Gaiola feita com garrafa PET utilizada para infestar os folíolos no campo.



Fonte: Autor (2017).

Para os testes de resistência induzida, as plantas das mesmas variedades já descritas foram tratadas com cis-jasmona ( $\geq 85\%$ , Sigma-Aldrich, EUA), a emulsão foi preparada em laboratório com 250  $\mu\text{L}$  de cis-jasmona, 1 mL de Tween 20 para 1 L de água destilada (HEGDE et al., 2011; COSTA et al., 2012). Após 72 horas da aplicação das cis-jasmona, os folíolos foram infestados com 20 adultos não sexados da mosca-branca, mantendo os mesmos procedimentos acima descrito no teste de resistência constitutiva.

Os folíolos infestados ficavam na planta durante o período de incubação dos ovos, para isso a cada 24 horas as posturas eram avaliadas com o auxílio de uma lupa de mão. Após a eclosão dos ovos, os folíolos eram coletados no campo, mantidos nas mesmas gaiolas entomológicas com a extremidade basal imersa em água destilada, para mantê-los viáveis, e acondicionados sob condições ambientais no Laboratório de Biotecnologia da Embrapa (Figura 28 A). As avaliações dos instares foram feitas diariamente, até a emergência do adulto, com o auxílio de lupa estereoscópica binocular (Figura 28 B).

**Figura 27** – Folíolos acondicionados nas gaiolas entomológicas no laboratório (A). Avaliação com auxílio de lupa estereoscópica binocular (B).



Fonte: Autor (2017).

#### 5.2.4 Parâmetros analisados

Avaliou-se a duração e viabilidade do período de ovo; ninfas de I, II, III e IV instares, e adultos, além do número de ovos postos. Para avaliar o período de pré-oviposição, após a emergência dos adultos, foram separados casais de cada variedade de coqueiro anão, colocando cada casal na gaiola com um folíolo da variedade qual os insetos completaram o período de ovo-adulto, dessa forma foi possível determinar a fecundidade (número de ovos por fêmea), fertilidade (número de ovos viáveis), utilizando-se 20 casais para cada variedade.

#### Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi analisado segundo delineamento experimental inteiramente casualizado. Os dados relacionados ao período de incubação dos ovos, duração do período ninfal, pré-oviposição, oviposição contabilizou-se em dias. Também como variáveis quantitativas avaliou-se viabilidade da fase de ovo e ninfa, por folíolos, fecundidade (ovos/fêmeas) e fertilidade (ovos viáveis)

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com o uso do programa GENES (CRUZ, 2013, 2016), quando necessário.



### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 15, verifica-se que, para a duração média em dias não houve diferença significativa para as variedades de coqueiro sem e com cis-jasmona, o que ocorreu também o período ninfal. Em alguns estudos a aplicação da cis-jasmona demonstrou ser via de indução de resistência, de plantas a herbívoros, conforme Janegitz (2012) a aplicação exógena de cis-jasmone na cultura da soja induz sistemicamente compostos de defesa. Li et al. (2008), constataram respostas de defesas da soja ao pulgão *Aphis glycines* Matsumura, 1917 (Hemiptera: Aphididae), com a aplicação da cis-jasmona. Graça et al. (2016), afirma quem seu trabalho que a cis-jasmona atua como elicitador de dessa da soja contra *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) (Hemiptera: Pentatomidae).

Com relação a viabilidade (%) da fase de ovo (Tabela 16), as variedades AVC, AVM AAM foram significativas, após a aplicação da cis-jasmona, observou-se a redução na porcentagem da viabilidade para essas três variedades. No entanto para a fase de ninfas não houve diferença significativa para nenhuma das variedades sem e com cis-jasmona (Tabela 16).

Nas variáveis relacionadas com a período reprodutivo não houve diferença significativa para o período de pré-oviposição. No entanto, houve diferença significativa para a fecundidade das fêmeas emergidas das plantas tratadas com cis-jasmona, observando redução no número médio de ovos por fêmea de nas variedades AVJ, AVC, AVM, AVG, AAG, e AAM. Para a variável fecundidade não houve diferença significativa entre as plantas sem e com cis-jasmona (Tabela 17).

Tabela 15 — Duração em dias (média  $\pm$  EP) das fases de ovo-adulto de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, EUA), Rio Largo-AL, 2017.

Variedade	Ovos		I ínstar		II ínstar		III ínstar		IV ínstar	
	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ
AVJ	11,4 $\pm$ 0,42 A	12,2 $\pm$ 1,41 A	7,2 $\pm$ 0,38 A	6,0 $\pm$ 0,70 A	8,0 $\pm$ 0,33 A	6,7 $\pm$ 0,80 A	5,1 $\pm$ 0,23 A	6,2 $\pm$ 0,72 A	7,4 $\pm$ 0,69 A	8,0 $\pm$ 0,92 A
AVC	10,8 $\pm$ 0,44 A	12,0 $\pm$ 1,38 A	6,3 $\pm$ 0,30 A	7,0 $\pm$ 0,83 A	7,4 $\pm$ 0,33 A	7,0 $\pm$ 0,81 A	5,7 $\pm$ 0,26 A	6,0 $\pm$ 0,70 A	8,0 $\pm$ 0,21 A	8,5 $\pm$ 0,98 A
AVM	12,7 $\pm$ 0,57 A	12,2 $\pm$ 2,00 A	7,6 $\pm$ 0,40 A	6,7 $\pm$ 1,11 A	8,1 $\pm$ 0,31 A	6,7 $\pm$ 1,11 A	7,3 $\pm$ 0,42 A	6,7 $\pm$ 1,11 A	8,1 $\pm$ 0,34 A	8,0 $\pm$ 1,31 A
AVG	13,3 $\pm$ 0,59 A	12,0 $\pm$ 1,96 A	7,8 $\pm$ 0,38 A	7,0 $\pm$ 1,15 A	8,6 $\pm$ 0,16 A	6,7 $\pm$ 1,11 A	8,1 $\pm$ 0,27 A	6,7 $\pm$ 1,10 A	8,8 $\pm$ 0,13 A	8,5 $\pm$ 1,39 A
AAG	12,9 $\pm$ 0,56 A	12,7 $\pm$ 2,08 A	7,7 $\pm$ 0,36 A	6,2 $\pm$ 1,02 A	8,6 $\pm$ 0,16 A	6,2 $\pm$ 1,02 A	8,4 $\pm$ 0,26 A	6,2 $\pm$ 1,02 A	8,8 $\pm$ 0,13 A	8,5 $\pm$ 1,45 A
AAM	12,5 $\pm$ 0,34 A	11,7 $\pm$ 1,92 A	6,4 $\pm$ 0,16 A	6,0 $\pm$ 1,00 A	6,5 $\pm$ 0,22 A	6,0 $\pm$ 0,94 A	6,3 $\pm$ 0,21 A	5,5 $\pm$ 0,90 A	7,2 $\pm$ 0,24 A	7,0 $\pm$ 1,10 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ). Variedades Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM).

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

**Tabela 16** - Viabilidade da fase de ovo e período ninfal de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, USA), Rio Largo-AL, 2017.

Variedade	Viabilidade (%)			
	Ovos		Ninfas	
	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ
AVJ	33,35% A	28,20% A	44,70% A	44,76% A
AVC	36,20% Aa	20,67% Ab	45,50% A	41,50% A
AVM	37,00% Aa	24,00% Ab	56,92% A	54,00% A
AVG	40,60% A	35,29% A	42,81% A	55,26% A
AAG	40,81% A	44,00% A	54,07% A	42,85% A
AAM	33,33% Aa	23,34% Ab	62,40% A	54,73% A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ). Variedades Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM).

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

**Tabela 17** - Período reprodutivo em dias (média  $\pm$  EP) de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008, em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, EUA), Rio Largo-AL, 2017.

Variedade	Variáveis					
	Pré-oviposição		Fecundidade		Fertilidade	
	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ	SCJ	CCJ
AVJ	2,7 $\pm$ 0,16 A	2,7 $\pm$ 0,14 A	130,7 $\pm$ 6,33 Aa	106,0 $\pm$ 4,88 Ab	42,8 $\pm$ 2,27 A	26,1 $\pm$ 1,95 A
AVC	2,9 $\pm$ 0,14 A	2,7 $\pm$ 0,14 A	133,8 $\pm$ 5,69 Aa	104,0 $\pm$ 4,99 Ab	42,5 $\pm$ 1,83 A	31,7 $\pm$ 2,12 A
AVM	2,8 $\pm$ 0,15 A	2,7 $\pm$ 0,14 A	132,2 $\pm$ 4,59 Aa	103,5 $\pm$ 5,34 Ab	39,5 $\pm$ 2,14 A	26,5 $\pm$ 1,77 A
AVG	2,8 $\pm$ 0,15 A	2,8 $\pm$ 0,15 A	122,9 $\pm$ 4,87 Aa	98,5 $\pm$ 5,77 Ab	34,0 $\pm$ 1,80 A	30,7 $\pm$ 2,15 A
AAG	2,9 $\pm$ 0,14 A	2,7 $\pm$ 0,14 A	120,7 $\pm$ 4,07 Aa	103,5 $\pm$ 5,34 Ab	30,5 $\pm$ 1,53 A	29,8 $\pm$ 1,99 A
AAM	2,8 $\pm$ 0,13 A	2,7 $\pm$ 0,14 A	120,5 $\pm$ 4,48 Aa	96,5 $\pm$ 5,04 Ab	30,6 $\pm$ 1,73 A	30,7 $\pm$ 2,27 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ). Variedades Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM).

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

No parâmetro número médio de ovos/folículo (Tabela 18) houve diferença significativa (Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ) para as variedades AVJ, AVM, AVG, AAG e AAM, observando-se uma redução no número de ovos para as plantas que receberam a aplicação da cis-Jasmona (CJ), evidenciando que a aplicação da CJ estimula uma defesa do tipo antixenose para mosca-branca *A. pseudugesii* em coqueiro.

**Tabela 18** - Média ( $\pm$  EP) de ovos/folículo de *Aleurodicus pseudugesii* Martin, 2008 em seis variedades de coqueiro, sem (SCJ) e com aplicação de cis-jasmona (CCJ) ( $\geq 85$  %, Sigma-Aldrich, EUA), Rio Largo-AL, 2017

Variedade	Ovos/folículo	
	SCJ	CCJ
AVJ	98,8 $\pm$ 6,59 Aa	39,0 $\pm$ 11,47 Ab
AVC	110,0 $\pm$ 4,47 A	134,25 $\pm$ 18,13 A
AVM	96,5 $\pm$ 7,04 Aa	23,3 $\pm$ 10,67 Ab
AVG	94,2 $\pm$ 4,83 Aa	27,2 $\pm$ 11,47 Ab
AAG	81,1 $\pm$ 7,48 Aa	25,0 $\pm$ 12,21 Ab
AAM	99,0 $\pm$ 5,85 Aa	40,7 $\pm$ 17,98 Ab

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $p = 0,05$ ). Variedades Anão Verde de Jiqui (AVJ); Anão Vermelho de Camarões (AVC); Anão Vermelho da Malásia (AVM); Anão Vermelho de Gramame (AVG); Anão Amarelo de Gramame (AAG); Anão Amarelo da Malásia (AAM).  
Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Trabalhos realizados por (Silva et al., 2012; Silva et al., 2014; Baldin, et al. 2017), relatam o tipo de resistência de antixenose ou não preferência de mosca-branca a diferentes genótipos de soja. Cruz e Baldin (2016), verificaram que diferentes genótipos de soja alteravam a o período de desenvolvimento de ovo-adulto, diferentemente do que constatamos para a espécie *A. pseudugesii* em coqueiro, nesse trabalho.

#### 5.4 CONCLUSÃO

Nas condições do presente estudo não houve alteração em número dias na fase de ovo e ninfas de *A. pseudugesii* para variedades de coqueiro sem e com cis-jasmona.

A aplicação de cis-jasmona diminuiu a fecundidade das moscas-brancas *A. pseudugesii*, nas variedades seis variedades estudadas.

As variedades AVC, AVM e AAM, diminuíram a viabilidade dos ovos de *A. pseudugesii*, após a aplicação da cis-jasmona

Após a aplicação da cis-jasmona os genótipos AVJ, AVM, AVG, AAG e AAM, mostraram resistência do tipo antixenose à *A. pseudugesii*.

#### REFERÊNCIAS

- BALLARÉ, C. L. Light regulation of plant defense. **Annual Review of Plant Biology**, v. 35, p. 335-363, 2014.
- GRAÇAS, J. P. et al. The natural plant stress elicitor cis-jasmone causes cultivar-dependent reduction in growth of the stink bug, *Euschistus heros* and associated changes in flavonoid concentrations in soybean, *Glycine max*. **Phytochemistry**, v. 131, p. 84-91, 2016.
- BONALDO, X. M. et al. Indução de resistência: Noções básicas e perspectivas. In: Cavalcanti, L. S; Di Piero, R. M; Cia, P; Pascholati, S. F; Resende, M. L. V; Romeiro, R. S. (Ed.) **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.11-28.
- BRUCE, T. J. et al. Cis-jasmone treatment induces resistance in wheat plants against the grain aphid, *Sitobion avenae* (Fabricius) (Homoptera: Aphididae). **Pest Management Science**, v.59, p. 1031–1036, 2003.
- BRUNISSEN, L. Effects of systemic potato response to wounding and jasmonate on the aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Sternorrhyncha: Aphididae). **Journal of Applied Entomology**, v. 134, n. 7, p. 562-571, 2010.
- CAMERON, R. et al. Use of fluorescence, a novel technique to determine reduction in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) nymph feeding when exposed to benevia and other insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, p.597–603, 2013.
- CLOYD, R. A. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and insecticide resistance: an overview and strategies to mitigate insecticide resistance development. **Journal of Entomological Science**, v. 51, n.4, p, 257–73, 2016.
- CRUZ, P.L.; BALDIN, E. L. L. Performance of *Bemisia tabaci* Biotype B on Soybean Genotypes. **Neotropical Entomology**. v. 46, n. 2, p. 210-215, 2016.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 38, p. 5471-552, 2016.

GLINWOOD, R. et al. Aphid acceptance of barley exposed to volatile phytochemicals differs between plants exposed in daylight and darkness. **Plant Signaling & Behavior**, v. 2, n. 5, p.321-326, 2007.

HASANUZZAMAN, A. T. M. et al. Leaf chemical compositions of different eggplant varieties affect Performance of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) nymphs and adults. **Journal of Economic Entomology**, v. 10, n.10, p. 1-9, 2017.

LI, Y. et al. Soybean defense responses to the soybean aphid. *New Phytologist*, v. 179, p. 185-195, 2008.

SANTIAGO, R. et al. Defensive changes in maize leaves induced by feeding of mediterranean corn borer larvae. **Plant Biology**, v.17, n.44, 2017

SILVA, J.P.G.F. et al. Assessing antixenosis of soybean entries against *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae). **Arthropod-Plant Interactions**, v. 8, p. 349–359, 2014.

SILVA, J.P.G.F. et al. Assessing *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B resistance in soybean genotypes: antixenosis and antibiosis. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 7, p. 516–522, 2012.

THALER, J. S. Effect of jasmonate-induced plant responses on the natural enemies of herbivores. **Journal of Animal Ecology**, v. 7, n. 1, p 141-150, 2001.

VENDRAMIM, J. D; FRANÇA, S.C. Indução de Resistência a Insetos. In: Cavalcanti LS, Di Piero RM, Cia P, Pascholati SF, Resende MLV, Romeiro RS (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p.219-238.