



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

ELAINE SILVA DOS SANTOS

RESISTÊNCIA DE CLONES DE CAJUEIRO À MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO
Aleurodicus cocois (CURTIS, 1846) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) E ASPECTOS
BIOLÓGICOS DO INSETO

FORTALEZA

2016

ELAINE SILVA DOS SANTOS

**RESISTÊNCIA DE CLONES DE CAJUEIRO À MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO
Aleurodicus cocois (CURTIS, 1846) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) E ASPECTOS
BIOLÓGICOS DO INSETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Orientadora: Dr^a. Nívia da Silva Dias-Pini

Coorientador: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S234r Santos, Elaine Silva dos.
Resistência de clones de cajueiro à mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) e aspectos biológicos do inseto / Elaine Silva dos Santos. – 2016.
83 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2016.
Orientação: Profa. Dra. Nivia da Silva Dias-Pini.
Coorientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.
1. *Anacardium occidentale*. 2. Mosca-branca-do-cajueiro. 3. Aspectos biológicos. 4. Antixenose. 5. Antibiose. I. Título.

CDD 630

ELAINE SILVA DOS SANTOS

**RESISTÊNCIA DE CLONES DE CAJUEIRO À MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO
Aleurodicus cocois (CURTIS, 1846) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) E ASPECTOS
BIOLÓGICOS DO INSETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Aprovada em: 28 07 16.

BANCA EXAMINADORA

Neiva da Silva Dias Pini

Pesq^a Dr^a. Nívia da Silva Dias-Pini (Orientadora)

Embrapa Agroindústria Tropical

Jose Wagner da Silva Melo

Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Francisco das Chagas Vidal Neto

Pesq. Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto

Embrapa Agroindústria Tropical

J. G. Azeiteiro Leite Moraes

Prof. Dr. João Gutemberg Leite Moraes

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

DEDICO

Aos meus pais, Manoel Messias e Eloene que sempre foram um exemplo de fé e dedicação.

Obrigada pelo amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu amor incondicional, pela sua eterna misericórdia, graça e pela sua amável presença em minha vida, pela força e coragem, pois sem Ele eu jamais alcançaria essa vitória.

A querida Dra. Nívia da Silva Dias-Pini, pela oportunidade e confiança depositada, pela disposição e presteza em me auxiliar, além dos ensinamentos e orientações prestados durante a realização do trabalho.

Ao Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori, pela co-orientação, pelas orientações valiosas, pela confiança depositada e por estar sempre disponível a me ajudar.

Aos participantes da banca examinadora, Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo, Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto e Prof. Dr. João Gutemberg Leite Moraes. Obrigada por participarem deste momento tão importante na minha vida, pela disposição e valiosas sugestões.

A Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia pela oportunidade concedida.

A Embrapa Agroindústria Tropical e ao Laboratório de Entomologia pela oportunidade e apoio durante a realização dos experimentos.

A todo corpo técnico do Campo Experimental em Pacajus-Ce, pela ajuda e força oferecida.

A Dra. Celli Rodrigues Muniz por todo o auxílio nas análises de Microscopia, pela presteza, disponibilidade, e ensinamentos valiosos que contribuíram para este trabalho.

A Prof^ª. Arlete Aparecida Soares e ao estagiário James pelo auxílio nas análises com Microscopia Ótica e pela disponibilidade e total apoio no Laboratório de Anatomia Vegetal (UFC).

Ao Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto por disponibilizar as mudas e pelo auxílio e total apoio na condução dos experimentos.

Ao Dimitri, pela amizade e por sempre estar disponível a me ajudar na revisão das análises estatísticas.

Aos meus pais, Manoel Messias Vieira e Eloene Silva por sempre me incentivarem a lutar pelos meus sonhos, e acima de tudo, me ensinarem o amor de Cristo.

Ao meu querido irmão Carlos Emanuel, por demonstrar um amor incomparável e ser o motivo da minha luta por meus objetivos.

Ao meu amado esposo Geilson Goiana, por todo amor, carinho, cuidado, apoio, paciência e total incentivo.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Agroindústria Tropical, Gabriela, Abelardo, Kelly, Isabelle e Josielma, pela amizade, pelo companheirismo, por sempre me ajudarem nos experimentos, me apoiarem e torcerem pelo meu sucesso.

Aos meus amigos Jairo, Clíce, Leilson e Michelli que me transmitem força mesmo nos momentos difíceis, criando um vínculo de amizade que levarei pelo resto da vida.

Minha sincera gratidão.

“Tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.”

Ayrton Senna

RESUMO GERAL

A cultura do cajueiro, *Anacardium occidentale* L. é uma das mais importantes fontes de emprego e renda no Nordeste brasileiro. Entre os principais problemas que reduzem o potencial dessa cultura está a mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), que se encontra disseminada por todas as regiões produtoras, no Brasil. Para minimizar os impactos dessa praga, tem se utilizado produtos químicos de forma indiscriminada, o que aumenta o risco de desenvolvimento de populações resistentes. Assim, é evidente a necessidade de pesquisas que busquem o desenvolvimento de métodos de controle que ofereçam uma solução prática e segura. Dessa forma, objetivou-se estudar os aspectos biológicos de *A. cocois* e a resistência de clones de cajueiro-anão frente ao seu ataque. A duração média do ciclo biológico (ovo-adulto) da mosca-branca-do-cajueiro, no clone CCP76, foi de 33,1 dias, e a praga leva em torno de seis meses para atingir o nível máximo de infestação, colonizando toda a folha. A resistência foi avaliada em condições de campo (Campo experimental em Pacajus-CE) para 25 clones e, em condições de laboratório para os clones CCP 76, BRS 226, EMBRAPA 51, BRS 274 e PRO 143/7. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os clones, quanto à infestação de mosca-branca-do-cajueiro, no campo. Em laboratório, o clone PRO 143/7 destacou-se por atrair um menor número de adultos, em relação aos demais clones, além de ter sido menos ovipositado, no teste sem chance de escolha. Na avaliação de oviposição, sob livre escolha, o clone CCP 76 foi o mais preferido. Para a caracterização da resistência morfológica e química dos clones, realizou-se a quantificação de tricomas, estrias cuticulares entre estômatos, espessura foliar, espessura da epiderme nas duas faces foliares, em Microscópio Eletrônico de Varredura, além da detecção histoquímica de compostos fenólicos totais das folhas de cajueiro, por meio de Microscopia Confocal e Ótica. Houve correlação negativa entre o número de tricomas e o número de ovos, revelando que os tricomas glandulares interferem negativamente na oviposição de *A. cocois*. O clone PRO 143/7 destacou-se por apresentar a maior média de número de tricomas glandulares na face abaxial e forte detecção de compostos fenólicos nos dois estudos com microscopia, indicando novamente que esse clone pode possuir fatores de resistência a *A. cocois*.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Mosca-branca-do-cajueiro. Aspectos biológicos. Antibiose. Antixenose.

ABSTRACT GENERAL

The culture of the cashew tree, *Anacardium occidentale* L. is one of the most important sources of employment and income in Northeast Brazil. Among the main problems that reduce the potential of this culture is the cashew whitefly, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), which is spread by all producing regions in Brazil. To minimize the impact of this pest have been used interchangeably chemicals, which increases the risk of development of resistant populations. Thus it is clear the need for research to seek the development of control methods that provide a practical and safe solution. Thus, the objective was to study the biological aspects of *A. cocois* and resistance of dwarf cashew clones forward to his attack. The average duration of the biological cycle (egg-adult) of cashew whitefly in clone CCP 76, was 33.1 days and the plague takes around six months to reach the maximum level of infestation, colonizing the entire sheet. The resistance was evaluated in field conditions (experimental field in Pacajus-CE) for 25 clones and in laboratory conditions for CCP 76 clones BRS 226, EMBRAPA 51, BRS 274 and PRO 143/7. There were no statistically significant differences between clones, as the infestation of cashew whitefly tree in the field. In the laboratory, the clone PRO 143/7 stood out to attract a smaller number of adults, compared to the other clones, in addition to being less oviposited, the test no choice. In the evaluation of oviposition under free choice, the CCP 76 clone was the most preferred. To characterize the morphological and chemical resistance of the clones, there was the quantification of trichomes, cuticular striations between stomata, leaf thickness, epidermal thickness in both leaf surfaces in scanning electron microscopy, as well as histochemical detection of total phenolic compounds of cashew leaf by means of optical microscopy and confocal. There was a negative correlation between the number of trichomes and number of eggs, revealing that the glandular trichomes negative influence on oviposition of *A. cocois*. The PRO 143/7 clone stood out for presenting the highest average number of glandular trichomes on the abaxial face and strong detection of phenolic compounds in both studies with microscopy, again indicating this clone can possess the *A. cocois* resistance factors.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Cashew whitefly. Biological aspects. Antibiosis. Antixenotic resistance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
3	REFERÊNCIAS	23
4	ANEXOS	28
	CAPÍTULO I - Colonização de plantas de cajueiro-anão por <i>Aleurodicus cocois</i> (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) e notas sobre a sua biologia	30
	RESUMO	31
	ABSTRACT	32
1	INTRODUÇÃO	33
2	MATERIAL E MÉTODOS	34
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4	CONCLUSÕES	38
5	REFERÊNCIAS	40
6	ANEXOS	42
	CAPÍTULO II –Resistênciade clones de cajueiro à <i>Aleurodicus cocois</i> (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae)	44
	RESUMO	45
	ABSTRACT	46
1	INTRODUÇÃO	47
2	MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1	Resistência de clones de cajueiro à <i>Aleurodicus cocois</i> em condições de campo.....	48
2.2	Resistência de clones de cajueiro à <i>Aleurodicus cocois</i> em Laboratório.....	49
2.2.1	<i>Atratividade de adultos e preferência para oviposição de A. cocois em teste com chance de escolha</i>	49
2.2.2	<i>Preferência para oviposição e desenvolvimento ovo-adulto de A. cocois em teste de confinamento</i>	50
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
3.1	Resistência de clones de cajueiro à <i>Aleurodicus cocois</i> em condições de	

	campo.....	50
3.2	Resistência de clones de cajueiro à <i>Aleurodicus cocois</i> em Laboratório.....	53
3.2.1	<i>Atratividade de adultos e preferência para oviposição de A. cocois em teste com chance de escolha</i>	53
3.2.2	<i>Preferência para oviposição e desenvolvimento ovo-adulto de A. cocois em teste de confinamento</i>	55
4	CONCLUSÕES	58
5	REFERÊNCIAS	59
6	ANEXOS	61
	CAPÍTULO III – Caracterização Morfológica e Química de Fontes de Resistência de Clones de Cajueiro à <i>Aleurodicus cocois</i> (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae)	63
	RESUMO	64
	ABSTRACT	65
1	INTRODUÇÃO	66
2	MATERIAL E MÉTODOS	67
2.1	Estudo da anatomia foliar de clones de cajueiro - Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	67
2.2	Detecção histoquímica de compostos fenólicos totais.....	68
2.2.1	<i>Reagente ‘Neu’</i>	68
2.2.2	<i>Fixação com solução de sulfato ferroso</i>	68
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
3.1	Estudo da anatomia foliar de clones de cajueiro - Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	69
3.2	Detecção histoquímica de compostos fenólicos totais.....	72
3.2.1	<i>Reagente ‘Neu’</i>	72
3.2.2	<i>Fixação com solução de sulfato ferroso</i>	73
4	CONCLUSÕES	74
5	REFERÊNCIAS	75
6	ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO GERAL¹

A mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma importante praga para a cajucultura. Esta espécie ocorre em intensos surtos provocando perdas significativas na produtividade (Carneiro et al., 2006), e encontra-se disseminada por todas as regiões produtoras de caju no Brasil (Mesquita & Sobrinho, 2013). Foi identificada como praga em potencial no ano de 1978 em três municípios do Estado do Piauí e alastrou-se para outras regiões, nos Estados de Alagoas, Sergipe, Amazonas, Bahia, Ceará, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (Melo & Bleicher, 2002).

Os aleirodídeos debilitam as plantas pela sucção contínua da seiva e nutrientes causando enfraquecimento e afetando o seu desenvolvimento. Assim como as outras espécies de *Aleurodicus*, as fêmeas colocam seus ovos em espiral, na face inferior das folhas, cobrindo toda a folha atacada com uma cera branca pulverulenta (Boughton et al., 2015). Tanto os adultos como as ninfas sugam a seiva das folhas e, assim, suas excretas açucaradas (*honeydew*) promovem a proliferação da fumagina (*Capnodium* spp.), fungo que se desenvolve na face superior das folhas, capaz de inibir a fotossíntese, respiração e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (Byrne & Bellows, 1991).

Para o manejo dessa praga, os cajucultores não dispõem de métodos de controle eficientes. Visto que não há registro de inseticidas para a praga na cultura (Agrofit, 2016), ao se adotar o controle químico indiscriminado, oneram-se os custos de controle, além de possibilitar o surgimento de populações resistentes do inseto.

Assim, ressalta-se a necessidade de pesquisas que busquem o desenvolvimento de métodos de controle menos onerosos para o produtor. Uma das alternativas de controle eficaz é a resistência da planta hospedeira. Essa técnica oferece uma solução prática e de longa duração para a manutenção da praga em níveis inferiores ao de dano econômico, sem causar prejuízos ao ambiente. Além disso, devido a sua compatibilidade com os demais métodos de controle de pragas, torna-se uma técnica ideal para ser utilizada em qualquer programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Gallo et al., 2002).

¹Esta dissertação está de acordo com as normas da Revista Brasileira de Entomologia (2016), com adaptações para as normas do guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A resistência de plantas a insetos consiste em características genéticas herdadas que fazem com que uma planta seja menos danificada que outra suscetível, em igualdade de condições. Uma planta pode resistir ao ataque de uma praga, por meio de mecanismos do tipo não-preferência, antibiose ou tolerância (Lara, 1991; Gullan & Cranston, 2007). A resistência pode ser expressa por características morfológicas, físicas ou químicas, desfavoráveis ao inseto fitófago, como a presença de tricomas ou compostos secundários (substâncias não-nutritivas) sintetizados pelas plantas, com a finalidade de protegê-las. Se as características estiverem relacionadas à resistência, poderão ser empregadas em programas de melhoramento genético e na identificação de clones resistentes às pragas (Gullan & Cranston, 2007).

Apesar de todos os danos causados e dos hospedeiros potencialmente atacados além do cajueiro, tais como o abacateiro (*Persea americana* Hill) e a goiabeira (*Psidium guajava* L.) (Vergara, 2004), a mosca-branca-do-cajueiro tem sido pouco estudada em relação ao seu processo de colonização das plantas e aos seus aspectos bioecológicos. Dificultando, assim, o desenvolvimento de medidas adequadas de controle, especialmente na cultura do cajueiro onde se tem relatos de grandes perdas.

Nesse contexto, objetivou-se estudar os aspectos biológicos de *A. cocois* e avaliar a resistência de genótipos de cajueiro, do Programa de Melhoramento Genético do Cajueiro, da Embrapa Agroindústria Tropical, em relação a este inseto-praga, e identificar caracteres morfológicos relacionados à defesa da planta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae)

2.1.1 Aspectos bioecológicos e morfológicos

A mosca-branca-do-cajueiro apresenta metamorfose incompleta e sua reprodução ocorre de forma sexuada por oviparidade ou, raramente, por partenogênese arrenótoca (originando exclusivamente machos) (Gallo et al., 2002). Assim sendo, durante o seu ciclo de vida, passa pelas fases de ovo, ninfa (compreendendo: ninfa I, II, III e IV/pupário) e adulto (Lima & Lara, 2001).

A biologia desse inseto varia principalmente de acordo com a planta hospedeira e com a temperatura. O desenvolvimento de *A. cocois*, foi estudado em temperatura constante de 26

$\pm 2^{\circ}\text{C}$, por Gondim & Sales (1981), usando o cajueiro como planta hospedeira. Estes autores, em condições de laboratório, obtiveram um ciclo biológico de 52,6 dias, sendo o período médio de incubação dos ovos de 8,83 dias, o primeiro estágio ninfal 6,17 dias, o segundo de 7,50 dias, o terceiro de 5,50 dias, e o quarto de 8,50 dias.

A fêmea deposita os ovos, preferencialmente na parte inferior das folhas, em um curto pedúnculo, localizado no polo mais dilatado do ovo, que possui a função de prendê-lo na folha. Inicialmente os ovos possuem uma coloração pálida, tornando-se amarelo-escuro à medida que amadurecem, e medem 0,25 mm de comprimento (Gondim, 1982).

A ninfa eclode por uma fenda longitudinal aberta no ovo, na sua parte mais larga (Arruda, 1971), alimenta-se próxima à espiral de oviposição e, após o primeiro ínstar ninfal, o inseto é sésil até a emergência do adulto. Independentemente da sua fase de desenvolvimento, a ninfa apresenta sete pares de glândulas compostas, no dorso, a partir das quais saem sete pares de filamentos de cera, vítreos, quebradiços, que se elevam consideravelmente sobre o dorso da ninfa. Estes filamentos são mais visíveis a partir do terceiro ínstar ninfal em diante (Arruda, 1971) (Figura 1).

Do segundo ao quarto ínstar, as pernas são reduzidas para topos não-funcionais, e logo após a ecdise, cada estágio imaturo desenvolve um revestimento de cera branca mais espessa em algumas áreas do que em outras, principalmente no último ínstar (Martin, 1987).

O quarto ínstar (fase pupal) é caracterizado pela presença abundante de pelos ceríferos, em forma de franja, circundando a ninfa. A emergência do adulto se dá através de uma fenda longitudinal em forma de “T” invertido, e o período médio de longevidade é de 16 dias (Gondim, 1982).

O inseto adulto apresenta, em média, 2,2 mm de comprimento por 4,1 mm de envergadura, aproximadamente. Sua coloração possui tons brancos a amarelo-claro. Possui a cabeça arredondada, olhos grandes e brilhantes, de tonalidade amarelo-escuro, e dois pares de asas membranosas translúcidas, sendo as asas traseiras ligeiramente menores (Arruda, 1971) (Figura 2).

O macho apresenta aspecto mais delgado, seu abdômen termina num segmento cilíndrico. A cor do abdômen é mais escura do que da fêmea, principalmente no limite posterior dos segmentos genitais. A pinça genital é bastante longa e ainda mais escura. Devido ao tamanho da pinça, quase tão longa quanto o abdômen, o inseto pode atingir 2,8 mm de comprimento (Arruda, 1971) (Figura 2A).

A fêmea adulta assemelha-se ao macho, variando quanto ao tamanho, sendo o macho um pouco maior, devido aos órgãos de reprodução. O abdômen da fêmea termina em um ovipositor mais ou menos alongado, cujo aspecto se torna mais oval e brilhante que o natural, quando inchado de ovos (Figura2B). No momento da postura, a fêmea introduz o rostrum nos arredores da folha e delineiam círculos de cera aproximadamente regulares, com o abdômen (Arruda, 1971) (Figura3).

Logo após a emergência, o adulto permanece na folha para a secreção de uma camada de cera em pó que cobrirá suas asas (Figura 4), secretada pelos poros abdominais do inseto (Martin, 1987), e após 3,4 dias (período de pré-oviposição) inicia-se o período de postura (Gondim &Sales, 1981).

2.1.2 Hospedeiros e Sintomas

Aleurodicus cocois encontra-se distribuída em todo território brasileiro atacando, além do cajueiro (*Anacardium occidentale*L.), grande número de fruteiras, tais como: o abacateiro (*Persea americana* Hill), anonáceas (*Annona* sp.), cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.), goiabeira (*Psidium guajava* L.), açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) (Silva, 1977; Melo & Bleicher, 1998; Souza & Lemos, 2004).

No Brasil, *A. cocois* é encontrado, principalmente, sobre o cajueiro, *A. occidentale*, do qual é praga, nos diversos estados do país, atingindo principalmente as regiões Norte e Nordeste. Em cajueiros, no estado do Ceará, a infestação de *A. cocois* é maior em áreas próximas ao litoral onde a umidade é alta, reduzindo progressivamente à medida que a umidade relativa é menor (Melo & Cavalcante, 1979).

No Estado do Amazonas, *A. cocois* foi registrada atacando 97,3% de plantas de seringueira, sendo considerada uma praga de grande importância devido ao alto índice de infestação. Nessa cultura, o inseto ataca preferivelmente as folhas maduras, influenciando negativamente no desenvolvimento da planta (Celestino & Vasconcellos, 1979).

Em plantas de açazeiro, *A. cocois* desenvolve-se na face inferior de folíolos de plantas jovens, podendo ocupar toda área foliar das mudas, em viveiro. O ataque provoca o amarelecimento inicial da planta, tornando-a debilitada e em seguida clorótica. Isto provoca atraso no desenvolvimento, podendo inclusive, causar a morte da planta em casos de ataques

severos. Como as plantas, em viveiro, estão muito próximas uma das outras, esse inseto infesta facilmente mudas sadias (Souza & Lemos, 2004).

Aleurodicus cocois também é encontrada em outros países sul-americanos, sendo considerada uma das principais pragas do abacate (*Persea americana* Hill), da manga (*Mangifera indica* L.), do damasco (*Prunus armeniaca* L.), da goiaba (*Psidium guajava* L.), da romã (*Punica granatum* L.), do maracujá (*Passiflora edulise* Sims), e de plantas ornamentais no Chile e no Peru (Núñez, 1998; Vergara, 2004).

A dispersão de *A. cocois* para novas áreas é realizada principalmente pelos adultos alados, que voam ativamente, especialmente quando perturbados. O vento também é considerado um agente de dispersão para distâncias mais longas, assim como, o homem pode contribuir também, ao transportar material vegetal infestado por ovos e ninfas (CAB International, 2001).

O ataque inicial é caracterizado pela cera pulverulenta branca em forma de círculos aproximadamente regulares, feitos pela fêmea na parte inferior da folha. Os ovos são depositados nestes círculos, que ficam recobertos pela cera. Quando o ataque é generalizado, a colônia é caracterizada pela presença de ovos, ninfas e adultos envolvidos pela cera na face inferior da folha e ocorrência de fumagina (*Capnodium* spp.) na face superior da folha (Melo & Bleicher, 1998; CAB International, 2001). As folhas das plantas ficam escurecidas pelo desenvolvimento do fungo, reduzindo a fotossíntese, e, ademais, estas folhas, ao receberem a radiação solar, se desidratam e caem (Byrne & Bellows, 1991).

2.1.3 Métodos de controle

2.1.3.1 Controle químico

No mercado existem vários produtos pertencentes aos grupos químicos neonicotinóide, piridil éter e tiadiazinona, registrados para o controle de outras espécies de mosca-branca em diversas culturas. Entretanto, nenhum desses grupos tem registro junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para controle de *A. cocois* em cajueiro (Agrofit, 2016).

Melo & Bleicher (2002) relatam que os produtos que controlam *A. cocois* apresentam como princípio ativo os organofosforados: diazinon, metidathion, fenthion, endosulfan, parathion metil, diometoato e monocrotophos.

Sales et al. (1981) em teste de laboratório, com adultos da mosca-branca, utilizaram produtos organossintéticos, e observaram que os inseticidas mevinphos, diazinon, malathion, methidathion, fenthion, endosulfan, dichlorvos e parathion metílico, nas doses mínimas comerciais, apresentaram 94, 95, 97, 99, 99, 100, 100 e 100% de mortalidade, respectivamente.

Já Castelo Branco et al. (1986) concluíram que os inseticidas thiometon e o phosphamidon tiveram eficiência acima de 90 % no controle de adultos e ninfas da mosca-branca, em condições de campo. Os inseticidas mencionados nesses trabalhos pertencem ao grupo químico dos organofosforados, que são considerados, dentre os outros grupos de produtos fitossanitários, os mais tóxicos aos vertebrados e mais persistentes no meio ambiente (Ware & Whitacre, 2004).

2.1.3.2 Controle alternativo

Dentre os produtos de baixa toxicidade a mamíferos, incluem-se os extratos de plantas de diversas famílias botânicas, destacando-se as meliáceas. O nim, *Azadirachta indica*, é a meliácea mais conhecida por ser tóxica a insetos e afetar, além de várias pragas, todos os estágios da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Souza & Vendramim, 2005).

Silva et al. (2008) estudaram a eficiência de óleos vegetais sobre ovos e ninfas da mosca-branca-do-cajueiro. Os óleos vegetais apresentaram eficiência no controle de ovos entre 70,7 % e 45,9 %, no quinto e no vigésimo dia após a aplicação, respectivamente. Os óleos de mamona, de nim e de soja apresentaram eficiência de controle das ninfas de mosca-branca-do-cajueiro acima de 91,0 % entre o segundo e o quinto dia após a aplicação. Segundo os autores, o óleo vegetal pode atuar como adjuvante de adubos foliares no período de floração. Estes fornecerão às plantas mais nutrientes para a frutificação, e também, podem atuar como adjuvante de oxiclureto de cobre para o controle de antracnose, doença comum em cajueirais no início da frutificação.

Além dos óleos vegetais, o uso de detergentes e sabões é relatado como possíveis candidatos ao controle de diversos insetos-pragas que possuem corpo pouco esclerotizado (Lavor, 2006). Vieira (2007) avaliou que o detergente neutro a 10% apresentou, no total, 42% de mortalidade sobre *A. cocois*, o que sugere seu potencial na associação com outros produtos como inseticidas.

2.1.3.3 Controle Biológico

Muitos inimigos naturais são encontrados associados atacando moscas-brancas do gênero *Aleurodicus*. Dentre estes, os parasitóides e predadores são relatados na literatura contribuindo para o equilíbrio das espécies desse gênero.

Espécies dos gêneros *Encarsia* e *Encarsiella* (Aphelinidae) são relatadas como inimigos naturais em potencial de *A. cocois*. Oito espécies foram registradas, dentre estas, *Encarsiella noyesi* Hayat, *Encarsia guadeloupeae* Viggiani e *Encarsia* sp., são consideradas mais importantes, por apresentarem altos níveis de controle sobre *Aleurodicus*, alcançando índice de 95%, em Trinidad e Tobago (Vergara, 2004).

Dentre os predadores de *A. cocois*, destaca-se o coccinelídeo *Nephasis* sp. como agente de controle biológico, no Estado de Pernambuco (Arruda, 1970). Lopez & Kairo (2002) estudaram o potencial de *Nephaspis bicolor* Gordonno, para o controle de espécies de *Aleurodicus*, e observaram que além da alimentação, o predador utilizou a cera para oviposição, sendo notória sua especialidade em atacar espécies produtoras de cera, em particular, *Aleurodicus* spp.

Outros insetos predadores estão associados à *A. cocois*, como as joaninhas (Coccinellidae) e os crisopídeos (Neuroptera) (Vergara, 2004), sendo *Chrysoperla externa* e *Cerochrysa cincta* considerados como os principais inimigos naturais de *A. cocois*, em abacate, no Perú (Aycho et al., 2009).

No Brasil, há registros da ocorrência de *Chrysoperla* sp. e *Ceraeochrysa* sp. predando a mosca-branca-do-cajueiro, no Estado do Rio de Janeiro (Trindade & Lima, 2012; Vieira, 2007). No Estado do Piauí foi registrado o controle de *A. cocois* por *Crysopa* sp. (Silva et al., 1989). Já no Estado do Ceará, foi observado *Chrysoperla* sp. influenciando na redução do nível populacional de *A. cocois* em cajueiro-anão (Santos et al., 2015).

Também há registro de fungos entomopatogênicos controlando *A. cocois*. Carvalho & Aquino (1972) constataram a ocorrência do fungo entomógeno *Cladosporium* sp., controlando, de forma eficaz, a praga.

A patogenicidade de isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin, 1883, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Paecilomyces* sp. sobre *A. cocois* foi verificada por Vieira (2007). Os tratamentos com os isolados de todos os fungos estudados, na concentração de 1×10^9 conídios/ml, não alcançaram índices de controle desejáveis sobre *A. cocois*, pois contribuíram com apenas 30% do controle da praga. Talvez essa eficiência, em estudos

futuros, possa aumentar, quando associada às pequenas doses de inseticidas seletivos ou por meio de um número maior de aplicações com maiores concentrações de conídios/ml.

Núñez et al. (2008) estudaram o efeito dos fungos *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) e *Verticillium lecanii* (Zimm.), isoladamente e combinados, e observaram resultados semelhantes no controle de ovos e ninfas de *A. cocois*, porém para a fase de ninfa II, o efeito de *V. lecanii* foi melhor do que *P. fumosoroseus*. A mistura dos dois fungos foi mais efetiva no controle da última fase ninfal.

2.2 Caracterização da Resistência de Plantas a Insetos

A resistência de plantas a insetos consiste em características genéticas herdadas que fazem com que uma planta seja menos danificada que outra suscetível, em igualdade de condições (Rosseto, 1973). Uma planta possui diversos mecanismos para resistir ao ataque de uma praga. Esses mecanismos constituem três categorias funcionais de resistência a insetos: não-preferência, antibiose e tolerância, que são determinadas por causas químicas ou físicas/morfológicas (Lara, 1991; Gullan & Cranston, 2007).

A resistência do tipo não-preferência, também denominada antixenose ocorre quando a planta é menos utilizada pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo, do que outra planta exposta às mesmas condições (Lara, 1991). Os fatores que induzem a não-preferência incluem as defesas químicas e físicas das plantas, impedindo a colonização, oviposição e alimentação dos insetos (Gullan & Cranston, 2007). Labory et al. (1999) observaram que variedades de tomateiro com alto teor do metabólito secundário 2-tridecanona, apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição e alimentação de *Tuta absoluta* (Meyrick). Esse tipo de resistência também pode estar relacionado com causas morfológicas, conforme observado para *Bemisia tabaci* Biótipo B (Gennadius) em genótipos de feijoeiro, no qual o tipo e a quantidade de tricomas influenciaram a preferência para oviposição dessa espécie (Oraniet al., 2005).

A antibiose ocorre quando os insetos se alimentam normalmente das plantas e estas exercem um efeito adverso sobre seu desenvolvimento. Esses efeitos podem estar relacionados com a mortalidade nos diferentes estádios de desenvolvimento, redução no tamanho e peso dos indivíduos, alteração da proporção sexual e da longevidade (Lara, 1991). Frequentemente esse tipo de resistência está associado com as causas químicas de defesa, como substâncias inibidoras de crescimento e toxinas (Gullan & Cranston, 2007). Guimarães

et al. (2008) associaram a resistência de genótipos de cana-de-açúcar aos níveis de compostos fenólicos presentes nas plantas. Ventura e Vendramim (1995) constataram que os compostos 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes nos exsudatos glandulares dos tricomas de plantas de tomate foram tóxicos para *Phthorimaea operculella* (Zeller), tornando as plantas resistentes ao inseto.

A tolerância envolve apenas características das plantas, dependendo apenas da capacidade das mesmas de superarem o dano causado pela alimentação do inseto (Gullan & Cranston, 2007). Uma planta é tolerante quando ela sofre poucos danos em relação às outras sob um mesmo nível de infestação de uma determinada praga, sem afetar o comportamento ou a sua biologia. A planta consegue suportar os danos do inseto através da regeneração dos tecidos, emissão de novos ramos ou perfilhos, ou por outro meio, de maneira que o dano não represente queda na produção (Lara, 1991). Santos (2009) avaliou a tolerância de genótipos de *Citrus* em relação ao ataque a lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella*, por meio do parâmetro dano foliar, e mostrou que os genótipos Trifoliata Limeira e o seu híbrido C x R4 se comportaram como tolerantes à minadora, enquanto a tangerina ‘Sunki’ e o limão ‘Rugoso’ foram suscetíveis.

2.2.1 Resistência Morfológica de Plantas a Insetos

A causa da resistência morfológica, segundo Lucas et al. (2000), é toda e qualquer característica estrutural ou morfológica da planta que atue de forma negativa sobre o inseto. As plantas se protegem de seus predadores de várias formas, tais como: presença de espinhos, acúleos, paredes celulares lignificadas ou silicosas e na síntese de substâncias químicas de proteção, que podem ser repelentes, impalatáveis, urticantes ou tóxicas (Rodrigues et al., 2008). Muitos desses fatores representam uma barreira física a penetração de estiletes, mandíbulas ou ovipositor, bem como diminuem a capacidade de locomoção, dificultando o acesso do artrópode ao recurso desejado (Carrapiço, 1998).

Além da barreira física, vale ressaltar que muitas dessas estruturas podem ter grande influência na fisiologia dos insetos, devido às suas características químicas (Carrapiço, 1998; Melo & Silva, 2002), afetando tanto a ingestão como a digestão das estruturas consumidas ou simplesmente por apresentar baixo valor nutricional. Como exemplo, para os sugadores, a epiderme mais espessa representa maior dificuldade na obtenção do alimento, tendo em vista que muitos desses insetos precisam introduzir o aparelho bucal nas camadas mais profundas

da epiderme, exigindo do mesmo maior gasto de energia (Jesus et al., 2011). O espessamento da epiderme está diretamente relacionado com a deposição de substâncias que lhes conferem maior dimensionamento e rigidez de suas estruturas, geralmente devido a uma maior quantidade de lignina e de fibras (celulose e hemicelulose) (Aoyama & Labinas, 2012).

Os apêndices epidérmicos, mais conhecidos como pelos ou tricomas, são estruturas que se formam na superfície epidérmica das plantas (geralmente em folhas), cujas estruturas podem atuar como defesa física (tricomas tectores), dificultando a mobilidade dos organismos sobre a superfície das estruturas, ou seja, funcionando como obstáculo (Matos et al., 2009) ou como uma barreira química (tricomas glandulares), através da liberação de substâncias, podendo ter efeito imediato sobre a sua preferência alimentar, oviposição e sobrevivência, dentre outros aspectos (Krips et al., 1999).

Uma vez conhecidas as estruturas que funcionam como barreiras aos insetos, pode-se incorporá-las em programas de melhoramento genético, buscando a maior expressão dessas características. Nesse contexto, o estudo morfológico das plantas e de suas implicações sobre as populações dos artrópodes associados, constitui em uma estratégia essencial em programas de melhoramento genético vegetal.

2.2.2 Resistência Química de Plantas a Insetos

Os compostos químicos ou metabólitos secundários que atuam no comportamento e na biologia dos insetos são formados principalmente por compostos nitrogenados, terpenóides e fenólicos. Outros compostos atuam no metabolismo dos insetos e por impropriedades nutricionais na planta (Lara, 1991).

A alteração no comportamento ocorre principalmente durante o processo de seleção hospedeira para alimentação e oviposição, resultando na resistência por antixenose. Efeitos sobre o metabolismo também ocorrem e são resultantes da ingestão, pelo inseto, de compostos ou substâncias (metabólitos tóxicos, inibidores enzimáticos e reprodutivos) que podem afetar a biologia, o desenvolvimento e a reprodução, resultando na resistência por antibiose. A impropriedade nutricional da planta (deficiência qualitativa ou quantitativa de nutrientes) também pode causar resistência por antibiose (Lara, 1991; Vendramim & Nishikawa, 2001).

Defesas bioquímicas constitutivas como açúcares totais, taninos, flavonóides, fenóis e gossipol também têm sido relatados como possíveis fatores de resistência responsáveis pela queda no desenvolvimento de populações de *B. tabaci* Biótipo B (Acharya & Singh, 2008).

O efeito dos compostos do metabolismo secundário das plantas nas interações ecológicas é fundamental, uma vez que podem afetar a taxa reprodutiva e as respostas comportamentais das outras espécies (insetos) envolvidas nas interações. O seu papel em uma escala multitrófica vai desde defesas diretas a indiretas nas plantas, além de estimular atividades dos insetos, como a de oviposição e herbivoria. Os compostos secundários podem ser induzidos quando os insetos iniciam a alimentação sobre a planta ou mesmo quando entram em contato com a superfície foliar. Plantas não danificadas também podem liberar metabólitos secundários e alguns deles são pequenos o suficiente para serem lançados como compostos voláteis através dos estômatos abertos nas folhas. Além disso, muitas substâncias do metabolismo secundário são liberadas em diferentes proporções quando as plantas são danificadas por herbívoros (Schoonhoven et al., 2005).

3 REFERÊNCIAS

- ACHARYA, V. S.; SINGH, A. P. Biochemical basic of resistance in cotton to the whitefly, *Bemisia tabaci* Genn. **Journal of Cotton Research and Development**, Indian, v. 22, n. 02, p. 195-199, 2008.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Praga/Doença**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>> Acesso em: 05 jul. 2016.
- AOYAMA, E. M.; LABINAS, A. M. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p. 365, 2012.
- ARRUDA, E. C. Contribuição ao estudo de *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846 (Homoptera: Aleyrodidae) e seu controle biológico em Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, ESALQ, p. 70, 1971.
- ARRUDA, E. C. Nota prévia sobre uma nova espécie do gênero *Nephaspis* (Coleoptera, Coccinellidae) predadora do *Aleurodicus cocois* em Pernambuco. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 45, n. 4, p.156, 1970.
- AYCHO, G. A.; BACILIO, R. M.; NEYRA, S. Insectos plaga, predadores y parasitoides en el cultivo de palto, *Persea Americana*, en el Fundo San Miguel, Virú, La Libertad, Perú. **REBIOL**. Trujillo-Perú, v. 29, n. 1, p.8, 2009.
- BOUGHTON, A. J.; MENDEZ, M. A.; FRANCIS, A. W.; SMITH, T. R.; OSBORNE, L. S.; MANNION, C. M. Host stage suitability and impact of *Encarsia noyesi* (Hymenoptera: Aphelinidae) on the invasive rugose spiraling whitefly, *Aleurodicus rugioperculatus* (Hemiptera: Aleyrodidae), in Florida. **Biological Control**, v. 88, p. 61–67, 2015.
- BYRNE, D. N.; BELLOWS, T.S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 431-457, 1991.
- CAB International. Crop Protection Compendium, Global Module. 2001.
- CARNEIRO, J. S.; SILVA, P. H. S.; RÊGO, M. T. Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* na cajucultura do Piauí. **ReHAgro- recursos humanos do agronegócio**. 2006.
- CARRAPIÇO, F. J. N. Tecidos vegetais: estrutura e enquadramento evolutivo. Departamento de Biologia molecular/ Secção de Biologia Celular e Biotecnologia vegetal, 1998.
- CARVALHO, M. B.; AQUINO, M. L. N. Considerações sobre o controle biológico do *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846 (Homoptera: Aleyrodidae) mosca-branca-do-cajueiro. **Anais do Instituto de Ciências Biológicas**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, v. 2, p. 25-30, 1972.

CASTELO BRANCO, A. T.; LIMA, F. N.; MOURA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. Eficiência de inseticidas no controle a mosca branca, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) no cajueiro. In: SEMINARIO DE PESQUISA AGROPECUARIA DO PIAUI, 4, 1986, Teresina. **Anais**. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, p. 27-35. 1986.

CELESTINO, P.; VASCONCELLOS, M. E. C. Ocorrência e controle de *Aleurodicus cocois* (Mosca Branca) em seringueira no estado do Amazonas. Embrapa. **Comunicado Técnico**, n.10, p. 5, 1979.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L.C. **Entomologia Agrícola**. Piraciaba, FEALQ, p. 920, 2002.

GONDIM, M. T. P. Ciclo biológico da mosca branca do cajueiro (*Aleurodicus cocois* Curtis, 1846). **Tese de Mestrado**. Fortaleza: UFC, p. 46, 1982.

GONDIM, M. T. P.; SALES, F. J. M. Ciclo biológico da mosca branca do cajueiro: nota previa. **Fitossanidade**, Fortaleza, v. 5, n.1, p. 38, 1981.

GULLAN, P. J; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3. ed. São Paulo: Roca, p. 440, 2007.

JESUS, F. G.; BOIÇA, A. L.; PITTA, R. M.; CAMPOS, A. P.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo b (hemiptera: aleyrodidae) em feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 190-195, 2011.

KRIPS, O. E; KLEIJN, P. W; WILLEMS, P. E. L.; GOLS, G. J. Z; DICKE, M. Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 23, p.119-131, 1999.

LABORY, C. R. G. SANTA-CECILIA, L. V. C.; MALUF, W. R.; CARDOSO, M. G.; BEARZOTTI, E.; SOUZA, J.C. Seleção indireta para teor de 2-tridecanona em tomateiros segregantes e sua relação com a resistência à traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p. 733-740, 1999.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 336 p 1991.

LAVOR, M.T.F.C. Atividade biológica de produtos domissanitários para o controle alternativo do pulgão-preto no feijão-de-corda. **Tese de Mestrado**. Fortaleza, UFC, p. 21, 2006.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. **Mosca-branca (*Bemisia tabaci*): morfologia, bioecologia e controle**. Jaboticabal: Funep, p. 76, 2001.

LOPEZ, V. F.; KAIRO, T. K. Prey range of *Nephaspis bicolor* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae), a potential biological control agent of *Aleurodicus dispersus* and other *Aleurodicus* spp. (Homoptera: Aleyrodidae). **International Journal of Pest Management**, v. 49, n. 1, p. 75-88. 2002.

LUCAS, P. W.; TURNER, I. M.; DOMINY, N. J.; YAMASHITA, N. Mechanical defences to herbivory. **Annals of Botany**, v. 86, p. 913-920, 2000.

MARTIN, J. H. An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidae). **Tropical Pest Management**, v. 33, n. 4, p. 298-322, 1987.

MATOS, C. H. C.; PALLINI, A.; VENZON, M.; FREITAS, R. C. P.; REZENDE, D. D. M.; SCHOEREDER, J. H. Os tricomas de *Capsicum* spp. interferem nos aspectos biológicos do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus*, Banks (Acari: Tarsonemidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 589-594, 2009.

MELO, M. O.; SILVA, M. C. Plant-insect interaction: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 71- 81, 2002.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. Pragas do Cajueiro. In: SOBRINHO, R. B.; CARDOSO, J.E.; FREIRE, F.C. **Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial**. Embrapa-CNPAT, p. 53-79, 1998.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. Identificação e manejo das principais pragas. In: MELO, Q. M. S. **Caju fitossanidade** (Ed.). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, cap. 1, p.9-34, 2002.

MELO, Q. M. S.; CAVALCANTE, R. D. Incidence of the whitefly *Aleurodicus cocois* in cashew plantations in Ceara. Preliminary results. **Fitossanidade**, v. 3, n. 1/2, p. 5-6, 1979.

MESQUITA A. L. M.; SOBRINHO, R. B. Pragas e doenças do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**, Brasília: Embrapa, p. 195-215, 2013.

NÚÑEZ, E. Los Aleyrodidae peruanos y sus controladores biológicos. In **XL Convención Nacional de Entomología, Ica**. Sociedad Entomológica del Perú, Lima, Perú. p. 5, 1998.

NÚÑEZ, E.; IANNACONE, J.; GÓMEZ, H. Effect of Two Entomopathogenic Fungi in Controlling *Aleurodicuscocois*(Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae). **Chilean journal of agricultural research**, v. 68, n. 1, p. 21-30, 2008.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Influência dos Tricomas na Preferência para Oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Genótipos de Feijoeiro. **NeotropicalEntomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 97-103, 2005.

RODRIGUES, C. D. N.; MOTTA, L. B.; FERREIRA, M. M. S. Obtenção e detecção de substâncias de origem vegetal. In: **Ensino de Botânica** - Curso para atualização de professores de Educação Básica: A Botânica no cotidiano. São Paulo: Universidade de São Paulo, p. 59-65, 2008.

ROSSETTO, C. J. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ, p. 171, 1973.

SALES, F. J. M; OLIVEIRA, L. Q.; ALVES, V. P. O. Efetividade de inseticidas organossintéticos no controle a mosca-branca do cajueiro. **Fitossanidade**, Fortaleza, v. 5, n.1, p. 7-14, 1981.

SANTOS, E. S.; GOMES, A. A. H.; DIAS-PINI, N. S.; CHAGAS, F. V. Dinâmica populacional de *Aleurodicus cocois* e seu inimigo natural *Chrysoperla* sp. em genótipos de cajueiro-anão. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. **Anais do II Simpósio da RGV Nordeste**. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, p. 2, 2015.

SANTOS, M. S. Resistência de genótipos de citros a lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae). **Tese de Doutorado**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, p. 133, 2009.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant biology**. 2 ed. Oxford: Oxford University Press, p. 421, 2005.

SILVA, A. B. *Aleurodicus cocois* (Curtis, (846) atacando pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) no estado do Pará. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Jaboticabal, v. 6, n. 1, p. 136-137, 1977.

SILVA, P. H. S.; CARNEIRO, J. S.; CASTRO, M. J. P.; LOPES, M. T. R. Ação biocida de óleos vegetais em ovos e ninfas da mosca-branca-do-cajueiro e operárias de *Apis mellifera* L. Teresina: Embrapa Meio-Norte, **Comunicado Técnico**, v. 205, p. 4, 2008.

SILVA, P. H. S.; LIMA, F. N.; MOURA, M. M. Controle da mosca branca do cajueiro *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Homoptera, Aleyrodidae) pelo bicho lixeiro (*Chrysopa* sp. (Neuroptera, Chrysopidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte: EMBRAPA-CNPMS / EMATER-GO, p. 211, 1989.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de Nim sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology**, v.34, p. 83-87, 2005.

SOUZA, L. A.; LEMOS, W. P. Prospecção de insetos associados ao açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em viveiro e proposições de controle. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 42, p. 231-241, 2004.

TRINDADE, T.; LIMA, A. F. Predação de moscas brancas por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: Chrysopidae) no Brasil. **Entomotropica**, v. 27 n. 2, p. 71-75, 2012.

VENDRAMIM, J. D.; NISHIKAWA, M. A. N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L. L. et al. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, p. 737-781, 2001.

VENTURA, M. U; VENDRAMIM, J. D. Toxicidade para lagartas de *Phthorimaea operculella* (Zell.) dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona presentes em tomateiro (*Lycopersicon* spp.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.3, p.458-461, 1995.

VERGARA, C. B. *Aleurodicus* sp. cerca no a *A. cocois* (Hem. Aleyrodidae). **Informativo fitosanitário** - Vigilância fitossanitária depto. Protección agrícola, n. 7, p. 2, 2004.

VIEIRA, L. P. Controle da mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), com fungos entomopatogênicos, detergente neutro e óleo vegetal. **Tese de Mestrado**, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, p. 59, 2007.

WARE, G. W., WHITACRE, D.M. Introducción a los insecticidas.*In: The Pesticide Book*, 6th edition. Meister Media Worldwide, Willoughby, Ohio, p. 496, 2004.

4 ANEXOS



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 1. Filamentos de cera pulverulenta secretada por *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae).



Foto: Gomes, A. A. H. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 2. A: Macho e B: Fêmea de *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae).



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 3. Postura de *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae).



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 4. Adulto de *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae).

CAPÍTULO I

**Colonização de plantas de cajueiro-anão por *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846)
(Hemiptera: Aleyrodidae) e notas sobre a sua biologia**

RESUMO

A mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto de importância econômica mundial. A praga tem sido pouco estudada em relação a sua bioecologia, o que dificulta o desenvolvimento de medidas adequadas de controle na cultura do cajueiro. O objetivo deste estudo foi avaliar a evolução da colonização por *A. cocois* em plantas de cajueiro-anão e descrever aspectos da biologia da praga. A colonização por *A. cocois* em mudas de cajueiro-anão do clone CCP 76 foi avaliada utilizando-se escala de notas aferindo o tempo que o inseto utilizou para colonizar toda a folha. Para o estudo da biologia, utilizaram-se cinco mudas do clone CCP 76, dispostas em gaiolas individualizadas. Para a infestação, utilizou-se 20 insetos adultos/planta, por um período de 24 horas, sendo mantidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará a $28\pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotoperíodo. Após 24 h da infestação contou-se o número de ovos/planta. Em seguida avaliou-se, diariamente, a viabilidade de ovos e ninfas e a duração destas fases, além da fecundidade de fêmeas e a longevidade de adultos. A completa colonização das folhas por *A. cocois* ocorre até 190 dias após a infestação inicial. A fase de ovo dura cerca de $7,1 \pm 0,88$ dias com viabilidade de 80,9%. O primeiro ínstar apresentou período médio de $5,9 \pm 1,54$; o segundo $6,8 \pm 2,02$ dias; o terceiro $5,2 \pm 1,93$ dias e o último ínstar, de $8,1 \pm 2,69$ dias. Nos últimos ínstar ninfais aumenta o número de pelos ceríferos ao redor da ninfa. A fecundidade observada foi de $22 \pm 10,5$ ovos/fêmea/dia e o adulto apresentou longevidade de $14,3 \pm 5,52$ dias.

Palavras-chave: Aleyrodidae. Bioecologia. Colonização. *Anacardium occidentale*.

ABSTRACT

The cashew whitefly, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) is an insect of global economic importance. The plague has been little studied in relation to their bioecology, which hinders the development of appropriate control measures in the cashew crop. The purpose of this study was to evaluate the evolution of colonization by *A. cocois* in dwarf cashew plants and describe aspects of pest biology. Colonization by *A. cocois* seedlings of dwarf cashew CCP 76 clone was evaluated using grading scale gauging the time the insect used for colonizing the entire sheet. To biology study, was used five seedlings clone CCP 76 arranged in individuals cages. For infestation, we used 20 adult insects/plant for a period of 24 hours, being kept in the Entomology Laboratory of Embrapa, Fortaleza, Ceará with $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ relative humidity and 14 h photoperiod. After 24 h the infestation counted the number of eggs/plant. Then we evaluated daily, the viability of eggs and nymphs and duration of these phases, in addition to the fecundity of females and longevity of adults. The complete colonization of leaves by *A. cocois* occurs up to 190 days after the initial infestation. The egg stage lasts about 7.1 ± 0.88 days with viability of 80.9%. The first instar presented average of 5.9 ± 1.54 ; the second 6.8 ± 2.02 days; the third 5.2 ± 1.93 days and the last instar, 8.1 ± 2.69 days. In the last instar nymph increases the number of the white wax secretions around the nymph. The observed fertility was 22 ± 10.5 eggs/female/day and adult longevity showed 14.3 ± 5.52 days.

Keywords: Cashew whitefly. Bioecology. Colonization. *Anacardium occidentale*.

1 INTRODUÇÃO

Insetos conhecidos por mosca-branca são sugadores, de importância econômica mundial, pertencentes à ordem Hemiptera e família Aleyrodidae, a qual é subdividida em duas subfamílias: Aleyrodicinae (com origem principalmente nas Américas Central e do Sul) e Aleyrodinae (com origem amplamente distribuída pelo mundo) (Inbar & Gerling, 2008), com cinco gêneros principais: *Bemisia*, *Aleurothrixus*, *Dialeurodes*, *Trialeurodes* e *Aleurodicus*. A família Aleyrodidae apresenta larga distribuição geográfica, vivendo sobre ampla gama de espécies hospedeiras, agrupadas em aproximadamente 126 gêneros e mais de 600 espécies, entre agrícolas, florestais, silvestres e ornamentais (Pan et al., 2012).

No Brasil, dentre outras espécies, destaca-se *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), conhecida popularmente como a mosca-branca-do-cajueiro ou “mosca-branca-gigante”, pelo maior tamanho comparado aos demais gêneros dessa família. *A. cocois* encontra-se disseminada por todas as regiões produtoras de caju e, é considerada praga-chave para a cajucultura ocorrendo em intensos surtos, provocando perdas significativas na produtividade (Carneiro et al., 2006; Mesquita & Braga, 2013).

Aleurodicus cocois também é encontrada em outros países sul-americanos sendo também considerada uma praga no abacateiro (*Persea americana* Hill), na mangueira (*Mangifera indica* L.), no damasco (*Prunus armeniaca* L.), na goiabeira (*Psidium guajava* L.), na romã (*Punica granatum* L.), no maracujazeiro (*Passiflora incarnata* L.) e em algumas plantas ornamentais no Chile e no Peru (Núñez, 1998; Vergara, 2004).

A biologia desse inseto varia principalmente de acordo com a planta hospedeira e com a temperatura. O desenvolvimento de *A. cocois* foi estudado em temperatura constante de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ por Gondim & Sales (1981) usando cajueiro como planta hospedeira. Estes autores, em condições de laboratório, obtiveram um ciclo biológico de 52,6 dias, sendo o período médio de incubação dos ovos de 8,83 dias, o primeiro estágio ninfal 6,17 dias, o segundo de 7,50 dias, o terceiro de 5,50 dias, e o quarto de 8,50 dias.

As fêmeas das espécies de *Aleurodicus* ovipositam seus ovos em espiral na face inferior das folhas, cobrindo toda a folha atacada com uma cera branca pulverulenta (Boughton et al., 2015). Tanto os adultos como as ninfas sugam a seiva das folhas, e assim, suas excretas açucaradas (*honeydew*) promovem a proliferação da fumagina (*Capnodium* spp.), fungos que se desenvolvem na face superior das folhas que podem inibir a fotossíntese e conseqüentemente reduzirem a produtividade (Byrne & Bellows, 1991).

Apesar de todos os danos causados e dos hospedeiros potencialmente atacados, a mosca-branca-do-cajueiro tem sido pouco estudada em relação ao seu processo de colonização das plantas e a sua biologia, o que dificulta o estabelecimento de seus níveis de controle e de dano econômico e, posteriormente o desenvolvimento de medidas adequadas de controle, especialmente na cultura do cajueiro onde se tem relatos de perdas.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a evolução da colonização por *A. cocois* em plantas de cajueiro-anão e os aspectos biológicos desse inseto-praga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, com temperatura média de $28\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

A criação de *A. cocois* foi mantida em telado, a partir de uma população coletada no campo experimental da Embrapa no município de Pacajus, CE ($4^{\circ}10'35''\text{S}$ e $38^{\circ}28'19''\text{W}$; 79 m de altitude). Como hospedeiras para manutenção, foram utilizadas mudas de cajueiro-anão do clone BRS 189 cultivadas em tubetes. As mudas foram produzidas utilizando-se o substrato proveniente da mistura de casca de arroz carbonizada com bagaço de carnaúba triturada e solo hidromórfico, passada em peneira de malha de 6 mm, na proporção em volume de 3:2:2.

Para o experimento de colonização, os insetos (*A. cocois*) foram acompanhados/observados por seis meses em mudas de cajueiro-anão do clone CCP 76, em sala de criação sob condições controladas. Avaliou-se a colonização da praga por meio de escala de notas em um total de dez repetições (folha/planta).

As notas variaram de zero a quatro, sendo: 0= sem infestação (Figura 1A); 1= início da formação da colônia (Figura 1B); 2= folha com colônia em desenvolvimento (Figura 1C); 3= folha completamente colonizada (Figura 1D); 4= folha completamente colonizada com a face superior escurecida por fumagina (Figura 1E) (Adaptado de Bleicher et al., 1993).

No estudo da biologia de *A. cocois* foram utilizadas cinco mudas do clone de cajueiro-anão CCP 76. As mudas foram dispostas em gaiolas individualizadas confeccionadas com arame galvanizado e tecido “voil” (40 cm de comprimento x 17 cm de diâmetro) e a infestação das plantas foi realizada com 20 insetos adultos/planta, por um período de 24 horas. Após esse período, avaliou-se a oviposição contando-se o número de ovos/planta. Em seguida, avaliou-se diariamente a viabilidade e a duração das fases de ovo e de ninfas.

Para estimar a fecundidade, 20 insetos não-sexados, três dias após sua emergência, foram transferidos para três plantas saudáveis e, após 24 horas, iniciou-se a avaliação diária do número de ovos produzidos por fêmea. A sexagem destes insetos foi realizada após o experimento, com os insetos mortos. A longevidade (dias) de quinze insetos adultos não-sexados foi determinada a partir de sua emergência até o dia da morte.

Os dados obtidos foram apresentados em médias e erro padrão da média.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que um dia após a infestação, o inseto-praga atingiu nível de infestação em cajueiro, que é caracterizado pelo início da formação da colônia, e pela oviposição do inseto. O segundo nível de infestação foi alcançado com 45-60 dias, em média, onde 100% das folhas avaliadas apresentaram a colônia em desenvolvimento. O terceiro nível de infestação foi alcançado, em média, com 135-150 dias, caracterizado pela completa colonização da folha. O tempo necessário para a colonização de todas as folhas das plantas de cajueiro-anão foi, em média, entre 175 à 190 dias (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de folhas de cajueiro-anão colonizadas por *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae) segundo notas de colonização, ao longo do tempo.

Período (dias)	Notas				
	0	1	2	3	4
0	100	0	0	0	0
1 - 15	0	100	0	0	0
15 - 30	0	100	0	0	0
30 - 45	0	10	90	0	0
45 - 60	0	0	100	0	0
60 - 75	0	0	100	0	0
75 - 90	0	0	90	10	0
90 - 105	0	0	60	40	0
105 - 120	0	0	30	70	0
120 - 135	0	0	10	90	0
135 - 150	0	0	0	100	0
150 - 175	0	0	0	80	20
175 - 190	0	0	0	0	100

Os resultados obtidos possuem importância direta no manejo da praga, pois o entendimento dos diferentes estágios da infestação e do período de tempo que o inseto-praga demora em alcançar cada nível viabiliza informações para geração de dados que servirão de base para estabelecer níveis de controle. O manejo da praga pode ser realizado dentro do intervalo de tempo desde o aparecimento da praga até 45 a 60 dias (nota 2), onde a colônia encontra-se em desenvolvimento. A fim de impedir o aumento da população da praga, e o aparecimento de sintomas severos no cajueiro.

Estudos realizados com *Bemisia tabaci* biótipo B, indicam que a colonização desse inseto-praga é mais rápida, provavelmente devido ao menor ciclo biológico e alta fecundidade dessa espécie em relação à mosca-branca-do-cajueiro *A. cocois*. Em cerca de 20 a 30 dias, *B. tabaci* atingiu a nota mediana de colonização caracterizada pela folha de melão (Coelho et al., 2009) e de soja parcialmente colonizadas por ovos e ninfas (Valle & Lourenção, 2002).

A fase de ovo de *A. cocois* apresentou período médio de $7,1 \pm 0,88$ dias até a eclosão com viabilidade de 80,9% (Tabela 2). A fêmea deposita os ovos com cerca de 0,2 mm entre manchas de cera pulverulenta na face inferior das folhas, dispostas em padrão espiralado (Figura 2A). Logo após a oviposição, os ovos possuem coloração pálida (Figura 2B), tornando-se amarelo-escuros à medida que envelhecem (Figura 2C).

Tabela 2. Duração média (\pm EP) e viabilidade (%) de diferentes estádios de desenvolvimento de *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae) a $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 14 h de fotoperíodo.

Fase	Duração (dias)	Viabilidade (%)
Ovo	$7,1 \pm 0,88$	$80,9 \pm 6,28$
Ninfa I	$5,9 \pm 1,54$	$87,5 \pm 4,88$
Ninfa II	$6,8 \pm 2,02$	$91,2 \pm 2,91$
Ninfa III	$5,2 \pm 1,93$	$90,1 \pm 3,02$
Ninfa IV	$8,1 \pm 2,69$	$83,9 \pm 8,40$
Ovo-adulto	$33,1 \pm 4,06$	$48,8 \pm 5,10$
Adulto	$14,3 \pm 5,52$	--

A ninfa emerge por uma fenda longitudinal que é aberta no córium do ovo, na sua parte mais larga (Arruda, 1971). As ninfas de primeiro ínstar apresentam coloração hialina, são móveis e tendem a se estabelecer e alimentar em áreas próximas ao local da oviposição (Figura 3A). O primeiro ínstar apresentou período médio de $5,9 \pm 1,54$ dias.

As ninfas do segundo ínstar, recém-emergidas, são translúcidas (Figura 3B), são inativas e com maior cerosidade, em comparação ao ínstar anterior (Figura 3C). O segundo ínstar ninfal teve duração média de $6,8 \pm 2,02$ dias (Tabela 2).

Independentemente da sua fase de desenvolvimento, a ninfa apresenta sete pares de glândulas compostas no dorso, a partir das quais saem sete pares de filamentos de cera, vítreos, quebradiços, que se elevam consideravelmente sobre o dorso da ninfa. Estes filamentos são mais visíveis a partir do terceiro ínstar ninfal em diante (Arruda, 1971).

O terceiro ínstar (Figura 3D e 3E) apresentou período médio de desenvolvimento de $5,2 \pm 1,93$ dias sendo que o último ínstar ninfal durou, em média, $8,1 \pm 2,69$ dias. Nos últimos ínstars ninfais ocorreu aumento no número de pelos ceríferos ao redor da ninfa, além da mudança na coloração, em que esta se torna amarelo-escuro. O quarto ínstar ninfal é caracterizado pela presença inicial de pelos ceríferos em forma de franja (Figura 3F e 3G).

A emergência do adulto se dá através de uma fenda longitudinal em forma de “T” invertido (Gondim & Sales, 1981). Logo após a emergência, os adultos permanecem imóveis e após três dias, em média, ficam recobertos com cera pulverulenta, e logo após visitam outras folhas para se alimentar e ovipositar.

O desenvolvimento de ovo a adulto de *A. cocois* foi de $33,1 \pm 4,06$ dias e o ciclo biológico em seu desenvolvimento completo teve a duração $47 \pm 9,58$ dias, compreendendo a fase de ovo, os quatro ínstars ninfais até a fase adulta.

Gondim & Sales (1981) estudaram em laboratório ($26 \pm 2^\circ\text{C}$), o ciclo biológico de *A. cocois* em cajueiro e observaram duração média de 52,6 dias. O inseto apresentou período de incubação de $8,83 \pm 0,59$ dias, longevidade de adulto de $16,14 \pm 1,96$ dias e período de pré-oviposição de 3,4 dias. A viabilidade da fase de ovo alcançou $90,98 \pm 5,96$ %, sendo maior que o valor obtido no presente estudo. Ainda no mesmo trabalho, as durações dos ínstars ninfais variaram de 5 a 8 dias como a seguir: 1° ($6,17 \pm 0,60$ dias); 2° ($7,50 \pm 2,83$ dias); 3° ($5,50 \pm 0,73$ dias); e 4° ($8,50 \pm 2,83$ dias). Para a longevidade de *A. cocois*, os autores obtiveram $16,14 \pm 1,96$ dias, sendo maior que o observado no presente trabalho ($14 \pm 5,52$ dias), provavelmente os insetos adultos provenientes do desenvolvimento de suas fases iniciais no clone CCP 76 encontraram no referido clone um hospedeiro mais adequado ao

desenvolvimento do inseto permitindo assim maior longevidade. Além do hospedeiro, a temperatura pode influenciar no desenvolvimento da praga, sendo que a velocidade de desenvolvimento, tal como a taxa de postura (número de ovos depositados por fêmea) aumentam quando a temperatura é maior (Toscano et al., 2016).

Quanto à fecundidade obteve-se um número médio de $22 \pm 10,5$ ovos/fêmea/dia. Assim, pode-se inferir que fêmeas de *A. cocois* são menos fecundas em relação a outras espécies de mosca-branca como *Bemisia tabaci* biótipo B, a qual à $26 \pm 1^\circ\text{C}$ oviposita cerca de 160 ovos em folhas soja e 98 ovos em folhas de feijoeiro (Musa & Ren, 2005). Esse resultado ratifica o maior período de tempo que *A. cocois* leva para colonizar a planta em relação à *B. tabaci*.

Os dados dos parâmetros biológicos de *A. cocois* observados neste estudo assemelham-se aos obtidos para outras espécies de *Aleurodicus*, apesar dos estudos terem sido realizados em hospedeiros e regiões diferentes, mostrando que, esses aspectos biológicos podem ser características do gênero. Taravati & Mannion (2016) estudaram os parâmetros biológicos de *Aleurodicus rugioperculatus* Martin, sob a planta ornamental *Strelitzia nicolai*, na Flórida (EUA), e observaram 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. O período de pré-oviposição observado foi de $2,7 \pm 0,27$ dias e a sobrevivência no período de ovo-adulto foi de $29 \pm 4\%$. Aishwariya et al. (2007) estudaram a biologia de *Aleurodicus dispersus* Russel em goiaba durante diferentes estações do ano, e observaram que, o período de incubação do ovo foi de $5,54 \pm 0,22$ dias no verão e de $9,2 \pm 0,62$ dias na estação chuvosa, o adulto foi mais longo na estação chuvosa ($13,78 \pm 1,10$ dias) do que no verão ($10,94 \pm 0,41$ dias), e a fecundidade foi de $50,2 \pm 5,16$ ovos/fêmea no verão, e $47,92 \pm 5,90$ ovos/fêmea no período chuvoso.

O conhecimento dos aspectos biológicos de *A. cocois* é fundamental para o controle da praga na cultura do cajueiro, pois auxiliam na integração e no desenvolvimento de técnicas de controle.

4 CONCLUSÕES

1. O nível máximo de infestação, caracterizado pela completa colonização da folha, em cajueiro-anão por *Aleurodicus cocois* é de cerca de 170 a 190 dias.

2. O clone de cajueiro-anão CCP 76 é um hospedeiro adequado ao desenvolvimento de *Aleurodicus cocois* sendo, portanto, susceptível ao ataque desse inseto-praga em campo.

5 REFERÊNCIAS

- AISHWARIYA, K. K.; MANJUNATHA, M.; NAIK, M. I. Biology and host range of spiralling whitefly. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 1, p. 149-152, 2007.
- ARRUDA, E. C. Contribuição ao estudo de *Aleurodicus cocois* Curtis, 1846 (Homoptera: Aleyrodidae) e seu controle biológico em Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, ESALQ, p. 70, 1971.
- BLEICHER, E.; MELO, Q. M. S.; FURTADO, I. P. Sugestões de técnicas de amostragem para as principais pragas do cajueiro. **Comunicado Técnico**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, n. 6, p. 5, 1993.
- BOUGHTON, A. J., MENDEZ, M. A., FRANCIS, A. W., SMITH, T. R., OSBORNE, L. S., MANNION, C. M. Host stage suitability and impact of *Encarsia noyesi* (Hymenoptera: Aphelinidae) on the invasive rugose spiraling whitefly, *Aleurodicus rugioperculatus* (Hemiptera: Aleyrodidae), in Florida. **Biological Control**, v. 88, p. 61-67, 2015.
- BYRNE, D. N.; BELLOWS, T.S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 431-457, 1991.
- CARNEIRO, J. S.; SILVA, P. H. S.; RÊGO, M. T. Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* na cajucultura do Piauí. **ReHAgro- recursos humanos do agronegócio**, 2006.
- COELHO, S. A. M. P.; LOURENÇÃO, A. L.; MELO, A. M. T.; SCHAMMASS, E. A. Resistance of melon to *Bemisia Tabaci* biotype B. **Bragantia**. Campinas, v.68, n.4, p.1025-1035, 2009.
- GONDIM, M. T. P.; SALES, F. J. M. Ciclo Biológico da Mosca Branca do Cajueiro. Nota Previa. **Fitossanidade**, v. 5, n.1, p. 38-40, 1981.
- INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 53, p. 431-448, 2008.
- MESQUITA, A. L. M.; SOBRINHO, R. B. Pragas e doenças do cajueiro. In: ARAÚJO, J.P.P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**, Brasília: Embrapa, p. 195-215, 2013.
- MUSA, P. D.; REN, S. X. Development and reproduction of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on three bean species. **Insect Science**, v.12, n. 1, p. 25-30, 2005.
- NÚÑEZ, E. Los Aleyrodidae peruanos y sus controladores biológicos. In **XL Convención Nacional de Entomología, Ica**. Sociedad Entomológica del Perú, Lima, Perú. p. 5, 1998.
- PAN, H. P.; LI, X.; GE, D.; WANG, S.; WU, Q.; XIE, W.; XIAOGUO, J.; DONG, C.; BAIMING, L.; BAOYUN, X.; YOUJUN, Z. Factors affecting population dynamics of maternally transmitted endosymbionts in *Bemisia tabaci*. **PloS one**, v.7, p. e30760, 2012.

TARAVATI, S., MANNION, C. Effect of Aggregation and Cage Setting on Some LifeHistory Parameters of *Aleurodicus Rugioperculatus* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Journal Economic Entomology**, n. 109, v.1, p. 249-254, 2016.

TOSCANO, L. C., AGUIRRE, W. M.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I.; GOUVEIA, G. C. C.; DIAS, P. M. Dinâmica Populacional de Mosca-Branca, Incidência do Mosaico Dourado do Feijoeiro e Alternativas de Controle da Praga no “Cultivo das Secas” no Cerrado. **EntomoBrasilis**, v. 9, n.1, p. 18-25, 2016.

VALLE, G. E.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v.31, n. 2, p. 285-295, 2002.

VERGARA, C. B. *Aleurodicus* sp. cerca no a *A. cocois* (Hem. Aleyrodidae). **Informativo fitosanitario** - Vigilancia fitosanitaria depto. Protección agrícola, n. 7, p. 2, 2004.

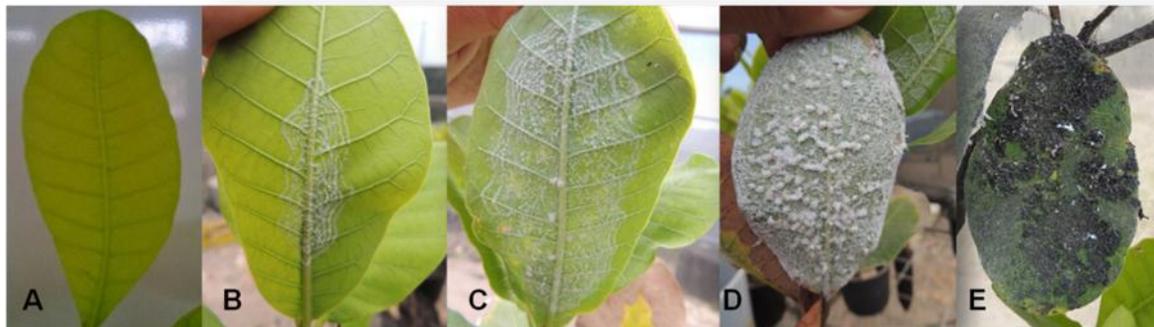
6 ANEXOS

Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 1. Evolução de colonização por *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de cajueiro-anão.



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 2. A. Postura de *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae); B. Ovo instantes após a postura e C. Ovo próximo à eclosão da ninfa.

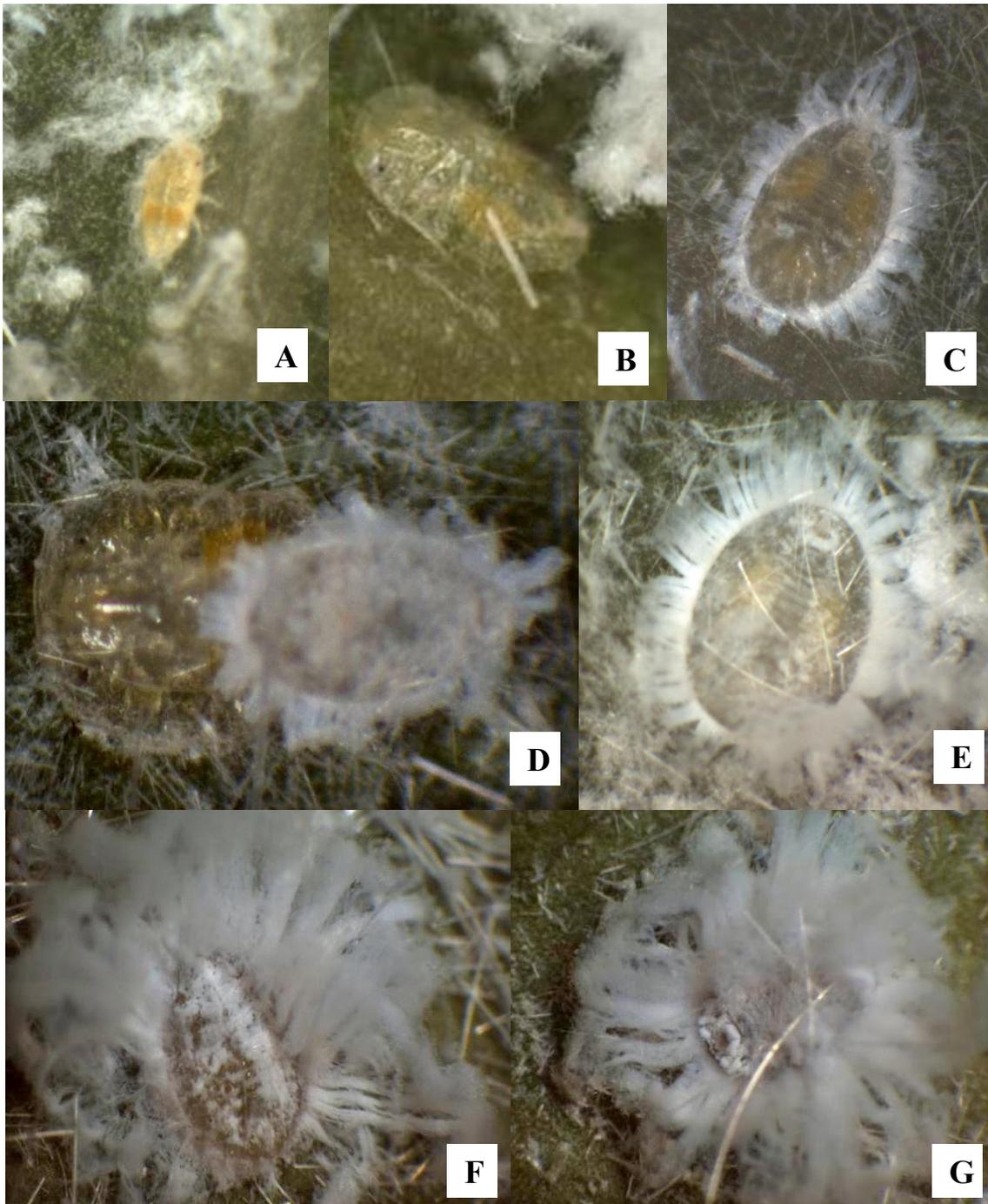


Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 3. A. Nífa I; B. Nífa II recém-eclodida; C. Nífa II com pelos ceríferos; D. Nífa III eclodindo; E. Nífa III com pelos ceríferos; F. Nífa IV com pelos ceríferos e G. Nífa IV de *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae) em fase final de desenvolvimento.

CAPÍTULO II

**Resistência de Clones de Cajueiro à *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera:
Aleyrodidae)**

RESUMO

O caju constitui um produto de elevada importância socioeconômica no Brasil. Entre os principais problemas que reduzem o potencial dessa cultura está a mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), que se encontra disseminada por todas as regiões produtoras no Brasil. Como alternativa ao controle dessa praga, o uso de plantas resistentes pode ser um método eficaz. Objetivando identificar a resistência de genótipos de cajueiro à *A. cocois* foram conduzidos experimentos, em campo e em laboratório. No experimento de campo avaliaram-se o grau de infestação de 25 genótipos ao ataque da praga e, em laboratório, a atratividade de adultos, a preferência para oviposição em testes com e sem chance de escolha, e o desenvolvimento de ovo a adulto. Não houve diferença significativa entre os genótipos quanto à infestação por *A. cocois* em condições de campo. Já em laboratório, o clone PRO 143/7 atraiu menor número de adultos, em relação aos demais clones, além de ter sido menos ovipositado no teste sem chance de escolha, podendo apresentar resistência do tipo antixenose. Na avaliação de oviposição, sob livre escolha, o clone CCP 76 destacou-se como o mais preferido, sendo considerado susceptível a *A. cocois*. Os clones PRO143/7, BRS 274 e CCP 76 foram inadequados ao desenvolvimento da praga, pois interferem na emergência dos adultos, podendo apresentar resistência à praga, do tipo antibiose.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Mosca-branca-do-cajueiro. Antixenose. Antibiose.

ABSTRACT

Cashew is a product of high socio-economic importance in Brazil. Among the main problems that reduce the potential of this culture is the cashew whitefly, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), which is spread by all producing regions in Brazil. As an alternative to control this pest, the use of resistant plants can be an effective method. To evaluate the cashew *A.cocois* resistance was evaluated in the field, the degree of 25 genotypes to pest attack and infestation in the laboratory, adult attractiveness, oviposition preference tests with and without choice and the development from egg to adult. There was no significant difference between genotypes for infestation *A. cocois* under field conditions, as in laboratory clone PRO 143/7 attracted fewer adults than the other clones, in addition to being less oviposited in no way test choice and may have resistance antixenosis type. In the evaluation of oviposition under free choice, the CCP 76 clone stood out as the most preferred and is considered susceptible to *A. cocois*. Clones PRO 143/7, BRS 274 and CCP 76 were inadequate to the development of the pest by interfering with adult emergence and may make pest resistance, antibiosis type.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Cashew whitefly. Antixenotic resistance. Antibiosis.

1 INTRODUÇÃO

O estabelecimento de extensas áreas de cultivo de cajueiro, a ausência do controle de artrópodes-pragas e de doenças, promoveram o desequilíbrio do agroecossistema, potencializando os problemas fitossanitários que prejudicam o potencial de produção da cultura. Dentre as pragas da cajucultura, destaca-se a mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), considerada praga-chave para a cultura, nos últimos anos. Esta espécie tem ocorrido em intensos surtos provocando perdas significativas na produtividade (Carneiro et al., 2006).

Aleurodicus cocois tem potencial de danificar o cajueiro de forma direta pela sucção da seiva, o que causa anomalias ou desordens fitotóxicas, caracterizadas pelo amarelecimento de folhas e ramos, causado pela injeção de toxinas durante o processo de alimentação do inseto. Indiretamente o dano é decorrente do favorecimento do crescimento de fumagina (Liu et al., 2012).

Para o manejo dessa praga, os cajucultores não dispõem de métodos de controle eficientes. Visto que, não há registro de inseticidas para a praga na cultura (Agrofit, 2016), ao se adotar o controle químico indiscriminado, oneram-se os custos de controle, além de possibilitar o surgimento de populações resistentes do inseto.

Uma das alternativas de controle eficaz é a resistência da planta hospedeira, essa técnica oferece uma solução prática e de longa duração para a manutenção da praga em níveis inferiores ao nível de dano econômico e sem causar prejuízos ao ambiente. Além disso, devido à sua compatibilidade com os demais métodos, é ideal para ser utilizada em qualquer programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Gallo et al., 2002).

No Brasil, estudos envolvendo a busca de fatores de resistência às pragas em genótipos de cajueiro são escassos. Na década de 1980, com a criação da Embrapa CNPC/Centro Nacional de Pesquisa de Caju (hoje CNPAT/Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical), iniciou-se a geração de novas tecnologias para a cadeia produtiva do caju, como a implementação do “Programa de Melhoramento Genético do Cajueiro” que se destaca pela disponibilização de genótipos geneticamente superiores, com plantas de alto potencial de produção de frutos, porte baixo e produção precoce, denominados cajueiro-anão (Serrano et al., 2013). Entretanto, os problemas fitossanitários continuaram afetando a cultura e, por conseguinte, aumentando os custos de produção. Dessa forma, em Programas de

Melhoramento, os estudos envolvendo a resistência varietal aos insetos-praga devem ser intensificados.

Considerando o potencial dano que *A. cocois* pode causar na cultura do cajueiro, o trabalho teve por objetivo avaliar a resistência de clones de cajueiro a mosca-branca-do-cajueiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Resistência de clones de cajueiro-anão à *Aleurodicus cocois*, em condições de campo

A pesquisa foi realizada no período de março de 2015 a fevereiro de 2016, no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical (4°10'35"S e 38°28'19"W; 79 m de altitude), localizado no município de Pacajus, CE.

As avaliações foram realizadas em uma área de dois hectares, implantada em 2013, no espaçamento de 8,0m x 6,0m. Os clones pertencem ao Programa de Melhoramento Genético do cajueiro-anão da Embrapa Agroindústria Tropical. Os tratos culturais foram realizados de acordo com a recomendação para o plantio comercial de cajueiro, em cultivo de sequeiro. A avaliação foi realizada em 30% das plantas instaladas na área.

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com vinte e cinco tratamentos (clones) e três repetições (plantas). Os tratamentos avaliados consistiram de quatro clones de cajueiro-anão comerciais (CCP 76, BRS 189, BRS 226 e EMBRAPA 51) e vinte e um clones experimentais (A+C 276/1, END II 6-9, PRO 555/2, H 84/92/2, PRO 553/2, A + A 134/1, HB 116/4, HB 33, PRO 611/1, HI 58-92-2, PRO 740/4, HB 58, HB 124/4, PRO 106/2, HB 135/1, PRO 106/3, PRO 145/7 e PRO 109/2).

A ocorrência de *A. cocois*, nos diferentes clones, foi avaliada por meio de observações realizadas semanalmente nas plantas (pontos amostrais). Em cada ponto amostral avaliou-se o nível de ataque utilizando-se uma escala de notas, a partir da qual se determinou o grau de infestação (Bleicher et al., 1993). Avaliaram-se, aleatoriamente, folhas de quatro ramos, na porção mediana da copa, nos quatro quadrantes da planta. A nota foi atribuída para cada ramo, segundo o nível de ataque da praga, obtendo-se em seguida a média das notas dos quatro ramos.

As notas variaram de zero a quatro em função da colonização dos insetos: 0, sem infestação; 1, início da formação da colônia; 2, folha com colônia em desenvolvimento; 3, folha completamente colonizada; 4, folha completamente colonizada e com a face superior escurecida com fumagina (Figura 1) (Adaptado de Bleicher et al., 1993). As notas foram usadas no cálculo do grau de infestação (GI), calculado pela seguinte fórmula: $GI = \frac{\sum (nxf) \times 100}{N \times Z}$, onde n = nota da escala (atribuída no campo), f = frequência das notas (dadas no campo), Z = valor numérico da nota máxima na escala e N = número total de plantas amostradas (Bleicher et al., 1993). Os dados foram normalizados pela transformação $\sqrt{x + 0,5}$, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Também, foi avaliada a influência do inimigo natural crisopídeo sobre a população da mosca-branca-do-cajueiro, por meio da observação da presença/ausência dos artrópodes nas setenta e cinco plantas selecionadas, durante março a agosto de 2015. Os dados de ocorrência foram apresentados em porcentagem.

2.2 Resistência de clones de cajueiro à *Aleurodicus cocois*, em Laboratório

2.2.1 Atratividade de adultos e preferência para oviposição de A. cocois, em teste com chance de escolha

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, em sala de criação com temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Avaliaram-se a atratividade e a preferência para oviposição da mosca-branca-do-cajueiro em cinco clones de cajueiro: CCP 76, BRS 226, EMBRAPA 51, BRS 274 e PRO 143/7 em ensaio com chance de escolha. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com cinco repetições (plantas). Mudanças de cajueiro foram utilizadas com 120 dias de idade e com folhas maduras.

Os clones foram distribuídos de forma aleatória, no interior de uma gaiola telada (1,0 x 1,0 x 1,0 m) (Figura 2), infestados com vinte insetos adultos de mosca-branca-do-cajueiro por planta. As plantas foram espaçadas em cerca de 15 cm umas das outras, evitando o contato entre as folhas. A atratividade foi avaliada 24 h e 48 h após a liberação dos insetos, contando-se, com o auxílio de um espelho, o número de adultos presentes na superfície abaxial das

folhas (Figura 3). Após a segunda avaliação, os adultos foram retirados da gaiola e as plantas foram submetidas às contagens do número de ovos, a fim de determinar os clones preferidos para oviposição.

Os dados de atratividade e de preferência para oviposição foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

2.2.2 Preferência para oviposição e desenvolvimento ovo-adulto de *A. cocois* em teste de confinamento

Para determinar se a menor oviposição observada no teste com chance de escolha é estável, é necessária a instalação de outro teste em que o inseto não tenha possibilidade de escolha para deposição de seus ovos. Assim, os clones de cajueiro: CCP 76, BRS 226, EMBRAPA 51, BRS 274 e PRO 143/7 foram avaliados, em regime de confinamento.

O teste foi conduzido em sala de criação ($28 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$, 14 h). Os clones foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os vasos com mudas de cajueiro foram protegidos com gaiolas individualizadas, confeccionadas com arame galvanizado e tecido *voil* (40 cm de comprimento e 17 cm de diâmetro) (Figura 4). Cada gaiola foi infestada com 20 adultos da mosca-branca-do-cajueiro. O número de ovos foi avaliado 72h após a infestação. Posteriormente, avaliou-se, diariamente, a viabilidade do ovo e da ninfa e a duração das fases de desenvolvimentos destes, além do número de adultos emergidos. Com base nesses dados, foi determinado o número médio de dias necessários para o completo desenvolvimento de ovo a adulto e a porcentagem de emergência de adultos entre os clones.

O desenvolvimento ovo-adulto de *A. cocois* foi avaliado com a finalidade de verificar a possível ocorrência de antibiose entre os clones avaliados no teste sem chance de escolha.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resistência de clones de cajueiro-anão à *Aleurodicus cocois*, em condições de campo

No experimento de campo, a ocorrência de *A. cocois* variou ao longo do ano de avaliação na área em estudo, sendo observados picos populacionais nos meses de março a abril. Verificou-se no primeiro mês de avaliação o maior grau de infestação de *A. cocois*, ultrapassando 90% (Figura 5), no qual se observaram colônias com a presença de todos os estádios do ciclo biológico da praga (ovos, ninfas e adultos). No mês seguinte, o ataque da praga foi reduzido pela metade e, no mês de maio, atingiu pouco mais de 10%. Nos seis meses seguintes, a infestação de mosca-branca-do-cajueiro na área foi muito baixa, não atingindo 1%, tornando a aumentar a ocorrência da praga apenas nos últimos meses de avaliação, dezembro, janeiro e fevereiro.

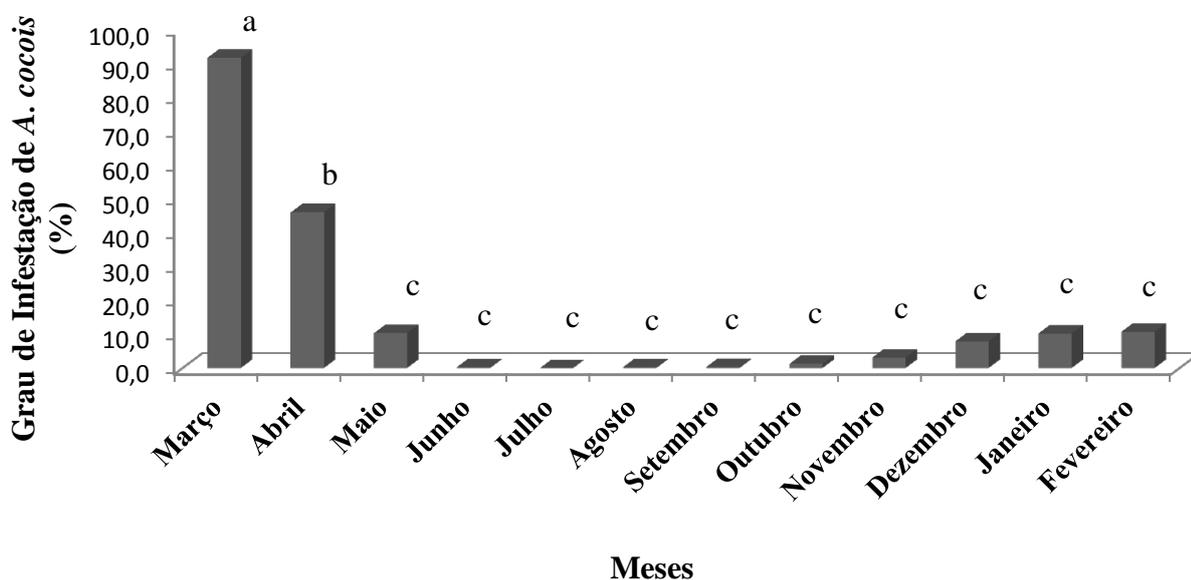


Figura 5. Porcentagem de infestação de *Aleurodicus cocois* em cajueiro-anão, de março de 2015 a fevereiro de 2016. Pacajus-CE.

Melo & Cavalcante (1979) também constataram altas populações de *A. cocois* nos meses de fevereiro e março, com médias de até 80% de incidência de ataque, em cajueiros, no Estado do Ceará. Assim, é possível concluir que os meses de março e abril são os de maior ocorrência da espécie no Ceará.

Um dos fatores observado que pode ter contribuído para a redução da população da mosca-branca-do-cajueiro foi a presença do predador crisopídeo, alimentando-se da praga. Quanto à flutuação populacional da praga e do inimigo natural (Figura 6), observou-se, no mês de março, a ocorrência de *A. cocois* em 100% das plantas avaliadas. No mesmo mês a porcentagem de ocorrência de crisopídeo foi de 33,8%. Em abril, a porcentagem de

ocorrência de mosca-branca-do-cajueiro e crisopídeo foi 93,2% e 37,4%, respectivamente. No mês seguinte houve uma drástica redução da porcentagem de plantas infestadas com mosca-branca-do-cajueiro, sendo menor a ocorrência do inimigo natural no mesmo mês. Em maio a porcentagem de ocorrência de crisopídeo foi maior que a de mosca-branca-do-cajueiro. Nos últimos três meses de avaliações a porcentagem de plantas com presença de *A. cocois* chegou quase a zero e a porcentagem de plantas com o inimigo natural manteve-se em baixos valores, entre 4 a 8%. A população de crisopídeo manteve-se em baixas populações, pois o predador também se alimenta de outras presas.

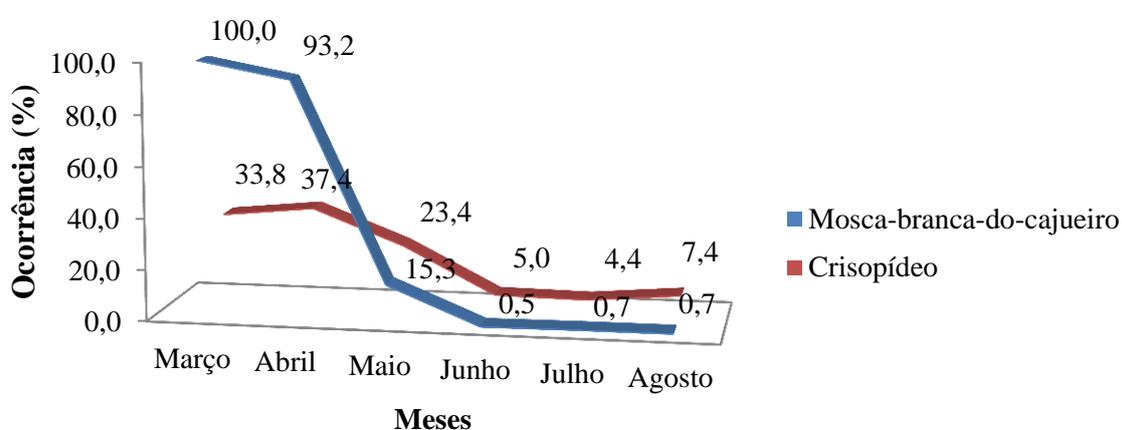


Figura 6. Porcentagem de Ocorrência de *Aleurodicus cocois* e crisopídeo nos meses de Março a Agosto de 2015, Pacajus-Ce.

Outros autores também registraram o controle biológico natural de mosca-branca por crisopídeo. A predação de dez espécies de moscas-brancas (Aleyrodidae) por *Chrysoperla* sp. foi registrada no Estado de Rio de Janeiro (Trindade & Lima, 2012). Lambert & Albuquerque (2007) registraram a preferência para oviposição pelas fêmeas de *Ceraeochrysa* spp. (Chrysopidae) em colônias com espécies de mosca-branca (Aleyrodidae) no Estado do Rio de Janeiro.

Não houve diferença significativa entre os genótipos quanto à infestação por mosca-branca-do-cajueiro, em condições de campo (Figura 7). A avaliação dos genótipos em condições de campo pode ter sido dificultada por fatores bióticos e abióticos que interferiram na relação hospedeiro-praga. Por esse motivo, entre outros é de suma importância avaliar os genótipos em condições controladas, e assim observar a expressão da

resistência. Além disso, é necessário aprimorar a metodologia de avaliação de genótipos resistentes em condições de campo.

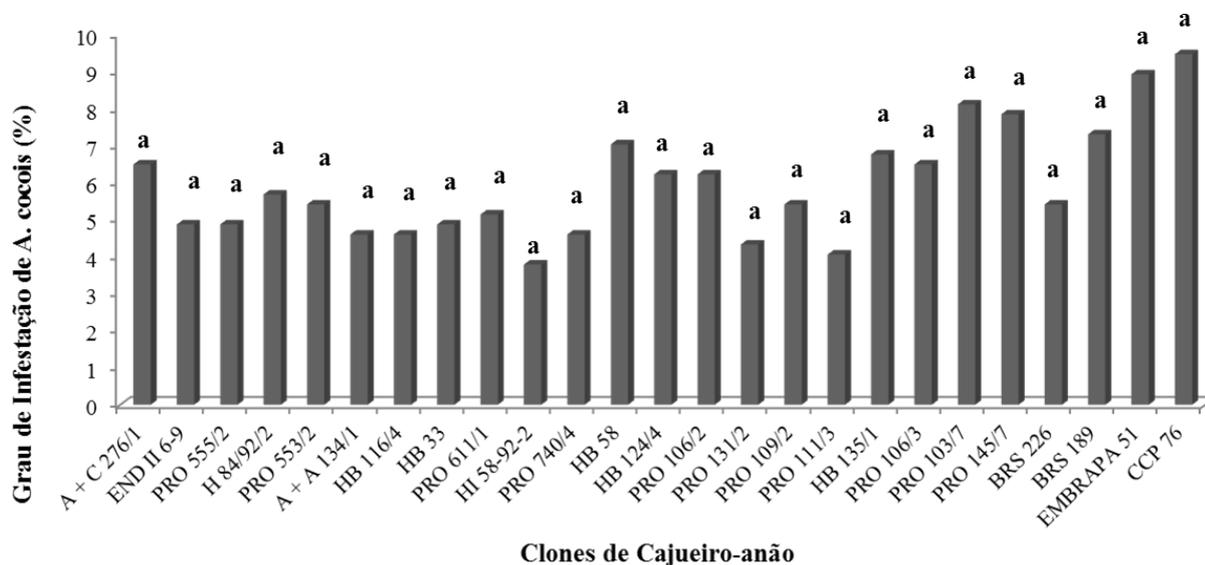


Figura 7. Porcentagem de infestação de *Aleurodicus cocois* em 25 clones de cajueiro-anão. Pacajus-CE, 2015-2016.

3.2 Resistência de clones de cajueiro à *Aleurodicus cocois*, em Laboratório

3.2.1 Atratividade de adultos e preferência para oviposição de *A. cocois*, em teste com chance de escolha

Analisando-se os dados de atratividade (Tabela 1), verificou-se que o clone PRO 143/7 destacou-se como o menos atrativo dentre os germoplasmas avaliados, diferindo significativamente dos demais, o que pode conferir resistência à mosca-branca-do-cajueiro, pois atraiu menor número de adultos após 24h após a exposição. Na média das duas avaliações (24e 48 horas) verificou-se que os clones CCP 76, EMBRAPA 51, BRS 274 e BRS 226 foram mais atrativos que PRO 143/7.

Diferença na atratividade para adultos de outras espécies de *aleirodídeos*, em função do genótipo, também é conhecida em outras culturas, tais como berinjela, *Solanum melongena* L. (Hasanuzzaman et al., 2016), algodão, *Gossypium hirsutum* L. (Prado et al., 2015), soja, *Glycine max* (L.) (Silva et al., 2012) e tomate, *Solanum lycopersicum* L. (Oriani et al., 2011).

Cruz et al. (2012) estudaram a atratividade de adultos de *Bemisia tabaci* Biótipo B em diferentes genótipos de feijão-caupi, e observaram diferenças significativas entre os genótipos quanto ao número de visitas de adultos, selecionando os menos susceptíveis à praga. Concluíram que ocorre uma maior volatilização de compostos repelentes nesses genótipos, não reportando aos tricomas como fonte de resistência a *B. tabaci*, pois no feijão-caupi, ambas as superfícies foliares são desprovidas de tricomas (Costa et al., 2004).

As causas da atratividade de adultos por determinadas plantas incluem fatores físicos e químicos, ou mesmo, uma combinação de ambos, o que normalmente pode envolver etapas ao longo de um determinado tempo (Lara, 1991). Este processo de seleção pode consistir em diferentes fases e ser mediado por estímulos visuais, olfativos e gustativos, onde o inseto responde aos estímulos no processo de seleção da planta hospedeira. Esses estímulos podem, numa mesma planta, ser de diferentes intensidades e favoráveis ou não ao inseto, determinando à maior ou menor colonização (Vendramim & Guzzo, 2009).

A mosca-branca-do-cajueiro preferiu visitar as plantas para alimentação e oviposição logo nas primeiras horas após a infestação, sendo observados poucos insetos adultos visitando as mudas de cajueiro-anão no segundo dia de avaliação. Esse comportamento, provavelmente, pode ser explicado pelo estresse que os insetos sofreram durante o processo de infestação, preferindo ovipositarem ao contato imediato com as plantas do novo ambiente, e assim garantir a postura.

Tabela 1. Médias (\pm EP) do número de adultos de *A. cocois* em clones de cajueiro em função do tempo de avaliação.

Clones	Tempo de Avaliação		
	24h (*)	48h (*)	Médias (*)
CCP 76	11,0 \pm 1,41 aA	1,6 \pm 0,93 aB	12,6 \pm 1,51 a
EMBRAPA 51	8,6 \pm 1,75 aA	1,0 \pm 0,63 aB	9,6 \pm 2,38 a
BRS 274	8,6 \pm 1,63 aA	1,4 \pm 1,17 aB	10,0 \pm 2,8 a
BRS 226	7,6 \pm 1,43 aA	0,4 \pm 0,25 aB	8,0 \pm 1,68 a
PRO 143/7	3,4 \pm 0,67 bA	0,2 \pm 0,20 aB	3,6 \pm 0,87 b

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Na avaliação de oviposição com chance de escolha, verificou-se que o clone CCP 76 foi o mais preferido para oviposição, diferindo significativamente dos demais clones estudados (Tabela 2). Os clones BRS 226 e PRO143/7 apresentaram as menores médias de número de ovos de *A. cocois*, expressando assim a resistência do tipo não preferência para oviposição.

Tabela 2. Médias (\pm EP) do número de ovos e viabilidade (%) dos ovos de *A. cocois* em clones de cajueiro, obtidos em teste com chance de escolha.

Clones	Nº ovos ^(*)	Viabilidade ovos (%)
CCP 76	137,10 \pm 12,06 a	70,05 \pm 4,26 a
BRS 274	88,90 \pm 6,71 b	68,71 \pm 2,98 a
EMBRAPA 51	76,32 \pm 9,97 b	81,51 \pm 2,97 a
BRS 226	45,80 \pm 6,44 c	72,70 \pm 2,06 ^a
PRO 143/7	32,64 \pm 3,70 c	65,76 \pm 2,50 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

2.2.2 Preferência para oviposição e desenvolvimento ovo-adulto de *A. cocois* em teste de confinamento

No teste sem chance de escolha, o efeito da preferência dos clones foi menos evidente (Tabela 3). O clone PRO 143/7 continuou sendo o genótipo menos ovipositado, diferindo significativamente dos demais genótipos avaliados.

Além de ter sido menos ovipositado por *A. cocois*, o genótipo PRO 143/7 apresentou-se menos atrativo a praga.

Esses resultados demonstram que a menor oviposição de *A. cocois* apresentada por esse genótipo, em condições de livre escolha mantém-se mesmo quando o inseto não tem chance de escolha, comprovada assim a estabilidade da resistência do genótipo ao inseto. Rodrigues et al. (2012) também identificaram um genótipo de feijão-caupi menos preferido para oviposição, por *B. tabaci*, nos dois testes (livre escolha e confinamento) de avaliação, sugerindo ser este inadequado à oviposição do inseto.

Segundo Lara (1991), os materiais com maior nível de resistência (independentemente do tipo) devem manifestar comportamento similar em ambas as modalidades de ensaio, desde que mantidas as mesmas condições de infestação, situação

corroborada no presente trabalho. O teste sem chance de escolha tem importância prática, visto que, na maioria das vezes, extensas áreas são plantadas somente com uma cultivar, o que impede a escolha do inseto (Lourenção & Yuki, 1982). Assim, o plantio de um clone de cajueiro menos preferido para oviposição, pode reduzir consideravelmente a população da mosca-branca-do-cajueiro, no campo.

Por outro lado, os fatores que induzem a não-preferência incluem as defesas químicas e morfológicas das plantas, dessa forma, impedindo a colonização, oviposição e alimentação dos insetos (Gullan & Cranston, 2007).

O clone comercial BRS 226 foi o mais ovipositado neste estudo, enquanto no teste com chance de escolha mostrou-se como um dos menos preferidos para oviposição.

Não houve diferença significativa entre os clones quanto à porcentagem de ovos viáveis, nos dois testes realizados. Mais da metade dos ovos de *A. cocois* concluíram o processo de eclosão.

Tabela 3. Médias (\pm EP) do número de ovos e viabilidade dos ovos de *A. cocois* em clones de cajueiro, obtidos em teste sem chance de escolha.

Clones	Nº ovos ^(*)	Viabilidade (%)
BRS 226	90,21 \pm 9,52 a	88,08 \pm 4,33 a
CCP 76	88,40 \pm 6,13 a	81,57 \pm 2,50 a
EMBRAPA 51	84,54 \pm 7,37 a	81,51 \pm 5,50 a
BRS 274	78,47 \pm 8,58 a	77,89 \pm 3,76 a
PRO 143/7	55,00 \pm 5,37 b	74,16 \pm 2,96 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

O período necessário para *A. cocois* completar o desenvolvimento de ovo a adulto não variou entre os genótipos. O inseto necessita em torno de trinta dias para completar seu desenvolvimento, até a fase adulta (Tabela 4). Quanto ao número de dias da fase ninfal e a viabilidade de ninfas, não houve diferenças significativas entre os clones. A fase ninfal dura, em torno de 26 a 27 dias e, em torno de 70% dessas ninfas atingem a fase seguinte de desenvolvimento.

Quanto à emergência dos insetos adultos, os clones PRO 143/7, BRS 274 e CCP 76 apresentaram as menores porcentagens, diferindo em nível de significância dos demais

genótipos. Sendo os genótipos EMBRAPA 51 e BRS 226 os mais adequados ao desenvolvimento de *A. cocois*, por viabilizar um maior número de adultos emergidos.

Em estudos com *B. tabaci* em feijoeiro comum, Peixoto & Boiça (2014) verificaram que um genótipo apresentou resistência do tipo antibiose, pois prolongou os períodos ninfais e de ovo a adulto.

Alterações no ciclo de vida em função do genótipo em que o inseto é mantido, como alongamento do ciclo e a redução na emergência de adultos são considerados indicativos da presença de antibiose. Os genótipos que apresentam resistência do tipo antibiose afetam negativamente o desenvolvimento dos insetos, causando alterações no metabolismo, que se refletem na duração do ciclo, fecundidade e sobrevivência. Aliados às características morfológicas, as substâncias químicas das plantas podem afetar o comportamento da praga, principalmente na seleção do hospedeiro para alimentação e oviposição (Vendramim & Castiglioni, 2000), além de afetar a biologia e fisiologia de insetos (Hoffmann-Campo et al., 2006).

Tabela 4. Médias (\pm EP) da duração da fase ninfal, viabilidade ninfal, duração do período ovo-adulto e porcentagem de adultos emergidos em clones de cajueiro, obtidos em teste sem chance de escolha.

Clones	Fase ninfal (dias) (*)	Viabilidade (%)	Ovo-Adulto (dias)	Emergência de adultos (%)
EMBRAPA 51	27,65 \pm 6,87 a	70,19 \pm 4,94 a	34,20 \pm 1,97 a	75,16 \pm 4,82 a
PRO 143/7	27,12 \pm 10,11 a	70,87 \pm 8,20 a	34,09 \pm 2,71 a	56,80 \pm 1,94 b
BRS 274	26,51 \pm 8,92 a	69,19 \pm 4,85 a	33,56 \pm 3,09 a	53,01 \pm 5,22 b
CCP 76	26,44 \pm 4,98 a	68,45 \pm 5,60 a	33,52 \pm 1,13 a	56,60 \pm 1,17 b
BRS 226	26,00 \pm 7,66 a	72,33 \pm 3,87 a	33,10 \pm 2,74 a	72,34 \pm 2,77 a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

O genótipo experimental PRO 143/7 que se mostrou menos suscetível ao ataque de *A. cocois*, ainda está em fase de avaliação em relação aos atributos agronômicos e industriais. Esse genótipo surge como uma nova opção no programa de melhoramento do cajueiro onde se objetiva a incorporação de fatores de resistência à agentes bióticos, tais como pragas e doenças, com destaque para o desenvolvimento de clones resistentes a *A. cocois*.

Avaliações mais detalhadas quanto aos aspectos químicos e morfológicos, em diferentes genótipos de cajueiro, devem ser objeto de futuras investigações, para identificação das principais causas associadas à resistência do tipo antixenose e antibiose a *A. cocois*.

A expressão da resistência por características morfológicas desfavoráveis ao inseto fitófago, como a presença de tricomas e/ou características químicas, como os compostos secundários (substâncias não-nutritivas) sintetizadas pelas plantas, podem ser empregadas em programas de melhoramento genético na identificação de clones resistentes às pragas.

4. CONCLUSÃO

1. A seleção dos genótipos de cajueiro-anão resistentes a *A. cocois*, em condições de campo, é dificultada pela influência de fatores ambientais;
2. Existe variabilidade genética para a resistência à *A. cocois* no cajueiro;
3. Os testes de livre escolha e confinamento possibilitam selecionar clones menos preferidos para oviposição pela mosca-branca-do-cajueiro;
4. O clone PRO 143/7 possui resistência do tipo antixenose e antibiose à *A. cocois*.

5 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Praga/Doença**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>> Acesso em: 05 out. 2016.
- BLEICHER, E.; MELO, Q. M. S.; FURTADO, I. P. Sugestões de técnicas de amostragem para as principais pragas do cajueiro. **Comunicado Técnico**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, n. 6, p. 5, 1993.
- CARNEIRO, J. S., SILVA, P. H. S., RÊGO, M. T. Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* na cajucultura do Piauí. **ReHAgro- recursos humanos do agronegócio**. 2006.
- COSTA, N. P.; SANTOS, T. M.; BOIÇA, A. L. Preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, p.227-230, 2004.
- CRUZ, P. L., BALDIN, E. L. L.; CASTRO, M. J. P.; FANELA, T. L. M.; SILVA, P. H. S. Atratividade de genótipos de feijão-caupi para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p.1563-1571, 2012.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C. **Entomologia Agrícola**. Piraciaba, FEALQ, p. 920, 2002.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3. ed. São Paulo: Roca, p.440, 2007.
- HASANUZZAMAN, A. T. M.; ISLAM, M. N.; ZHANG, Y.; ZHANG, C. Y.; LIU, T. X. 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, p. 1-15, 2016.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; RAMOS, J. A.; OLIVEIRA, M. C. N.; OLIVEIRA, L. J. Detrimental effect of rutin on a main soybean defoliator pest, *Anticarsia gemmatalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1453-1459, 2006.
- LAMBERT, F. B.; ALBUQUERQUE, G. S. Seleção dos locais de oviposição por fêmeas de *Ceraeochrysa* spp. (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). **Resumos**. In: Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, p. 2, 2007.
- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, p. 336, 1991.
- LIU, S. S.; COLVIN, J.; BARRO, P.J. Species concepts as applied to the whitefly *Bemisia tabaci* systematics: how many species are there? **Journal of Integrative Agriculture**, v.11, p.176-186, 2012.

LOURENÇÃO, A. L.; YUKI, V. A. Oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) em três variedades de soja sem chance de escolha. **Bragantia**, v. 41, n. 1, p. 199-202, 1982.

MELO, Q. M. S.; CAVALCANTE, R. D. Incidence of the whitefly *Aleurodicus cocois* in cashew plantations in Ceara. Preliminary results. **Fitossanidade**, v.3, n.1/2, p.5-6, 1979.

ORIANI, G. M. A.; VENDRAMIM, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Scientia Agricola**, v. 68, p. 37-41, 2011.

PEIXOTO, M. L., BOIÇA, A. L. Antibiose e não preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de feijoeiro comum. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.2, p. 134-139, 2014.

PRADO, J. C.; PEÑAFLORES, M. F. G. V.; CIA, E.; VIEIRA, S. S.; SILVA, K. I.; CARLINI-GARCIA, L. A.; LOURENÇÃO, A. L. Resistance of cotton genotypes with different leaf colour and trichome density to *Bemisia tabaci* biotype B. **Journal of Applied Entomology**, v. 140, p. 405-413, 2015.

RODRIGUES, N. E. L.; BOIÇA, A. L.; FARIAS, P. R. S. Antibiose e não preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo b (Hemiptera: Aleyrodidae) por cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) WALP. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 25-31, 2012.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J.P.P. (Org.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: Embrapa, p. 77-175, 2013.

SILVA, J. P. G. F.; BALDIN, E. L. L.; SOUZA, E. S.; LOURENÇÃO, A. L. Assessing *Bemisia tabaci* (genn.) biotype B resistance in soybean genotypes: antixenosis and antibiosis. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 72, n. 4, p. 516-522, 2012.

TRINDADE, T.; LIMA, A. F. Predação de moscas brancas por *Chrysoperla Steinmann* (Neuroptera: Chrysopidae) no Brasil. **Entomotropica**, v. 27, n.2, p.71-75, 2012.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: J.C. GUEDES, I.D. COSTA; E. CASTIGLIONI I (eds). **Bases e técnicas do manejo integrado de insetos**. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, Pallotti, p. 113-128, 2000.

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, p. 1055-1105, 2009.

6 ANEXOS

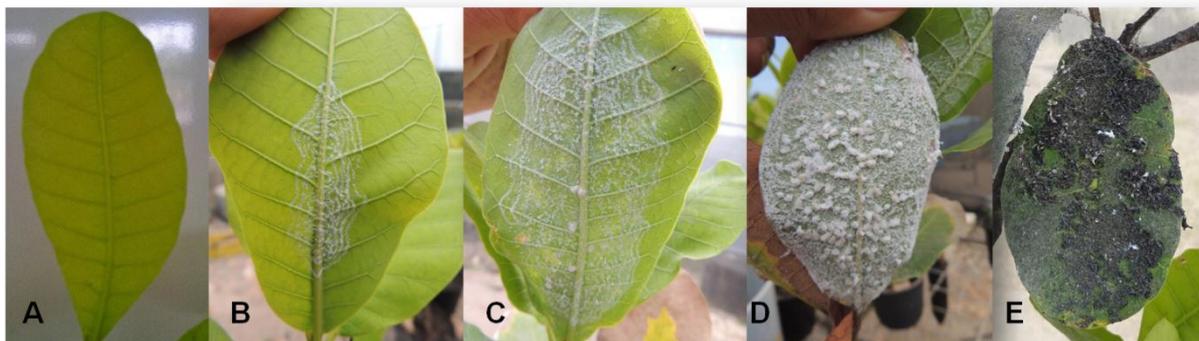


Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 1. A: folha sem infestação (Nota 0); B: início da formação da colônia de *Aleurodicus cocois* (Nota 1); C: folha com colônia em desenvolvimento (Nota 2); D: folha completamente colonizada (Nota 3); E: folha completamente colonizada e na face superior escurecida com fumagina (Nota 4). (Adaptado de Bleicher et al., 1993.)



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 2. Gaiola telada (1,0 x 1,0 x 1,0 m): Teste com chance de escolha.



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 3. Teste de atratividade: avaliação com um espelho.



Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 4. Gaiolas (40 cm de comprimento e 17 cm de diâmetro): Teste de confinamento.

CAPÍTULO III

**Caracterização Morfológica e Química de Fontes de Resistência de Clones de Cajueiro à
Aleurodicus cocois (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae)**

RESUMO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) caracteriza-se como uma das mais importantes fontes de emprego e renda no Nordeste brasileiro. Entre os principais problemas que reduzem o potencial dessa cultura está a mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), que se encontra disseminada por todas as regiões produtoras no Brasil. Como alternativa ao controle dessa praga, o uso de plantas resistentes pode ser um método eficaz, por meio, como exemplo, das características morfológicas intrínsecas das plantas, tais como, os tricomas foliares. O objetivo deste estudo é determinar e comparar, entre os genótipos de cajueiro-anão, caracteres morfológicos da planta, que funcionam como barreiras à herbivoria da mosca-branca *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae). Foram estudadas a anatomia foliar dos clones EMBRAPA 51, CCP 76, BRS 226, PRO 143/7 e BRS 274 em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), para quantificação de tricomas, estrias cuticulares entre estômatos, espessura foliar e espessura da epiderme nas duas faces foliares. O número de tricomas foi correlacionado com a atratividade e oviposição da praga. Também, realizou-se a detecção histoquímica de compostos fenólicos totais das folhas de cajueiro por meio de Microscopia Confocal e Ótica. O clone PRO 143/7 apresentou o maior número de tricomas glandulares na face abaxial, enquanto o clone EMBRAPA 51 apresentou a menor média. A correlação entre o número de ovos e tricomas foi significativa e negativa, ($R=-0,614^{**}$), revelando que os tricomas glandulares interferem negativamente na oviposição de *A. cocois*. Quanto ao número de estrias cuticulares entre estômatos, os clones PRO 143/7 e BRS 274 apresentaram a maior média. O número médio da espessura foliar e da epiderme na face adaxial e abaxial não diferiu significativamente. A detecção de compostos fenólicos por fluorescência, em microscopia confocal e teste histoquímico com solução de sulfato ferroso indicou maior produção dessas substâncias no clone PRO 143/7.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Mosca-branca-do-cajueiro. Tricomas. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

The cashew tree, *Anacardium occidentale* L. in Northeast of Brazil is characterized as one of the most important sources of employment and income. Among the main problems that reduce the potential of this culture is the cashew whitefly, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae), which is spread by all producing regions in Brazil. As an alternative to control this pest, the use of resistant plants can be an effective method, by, for example, the morphological features of plants, such as trichomes. The aim of this study is to determine and compare, between the genotypes of dwarf cashew, morphological characteristics of the plant, which act as barriers to herbivoria of whitefly *A. cocois*. We studied the leaf anatomy of EMBRAPA clones 51, CCP 76, BRS 226 and BRS 274 PRO 143/7 in Scanning Electron Microscope for quantification of trichomes, cuticular striations between stomata, leaf thickness and thickness of the skin on both leaf surfaces. The number of trichomes was correlated with the attractiveness and oviposition of the pest. Also, there was the histochemical detection of phenolic compounds of cashew leaf by Confocal Microscopy and Optical. Clone PRO 143/7 had the highest number of glandular trichomes on the abaxial surface, while the EMBRAPA 51 clone showed the smallest average. The correlation between the number of eggs and trichomes was significant and negative ($R = -0.614^{**}$), revealing that the glandular trichomes negative influence on oviposition of *A. cocois*. Regarding the number of cuticular striations between stomata, PRO 143/7 and BRS 274 clones had the highest average. The average number of leaf thickness and the epidermis on the adaxial and abaxial did not differ significantly. The detection of phenolic compounds by fluorescence, confocal microscopy and histochemical detection test with ferrous sulfate solution showed higher production of these substances in clone PRO 143/7.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Cashew whitefly. Trichomes. Phenolic compounds.

1 INTRODUÇÃO

A mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma importante praga para a cajucultura. Atualmente, esta espécie encontra-se presente por todas as regiões produtoras de caju do Brasil, ocorrendo em intensos surtos provocando perdas significativas na produtividade (Mesquita & Sobrinho, 2013; Carneiro et al., 2006). Os aleirodídeos debilitam as plantas pela sucção contínua de fotoassimilados do floema causando enfraquecimento e afetando o seu desenvolvimento (Liu et al., 2012).

Para o manejo dessa praga, os cajucultores não dispõem de métodos de controle eficientes. Visto que, não há registro de inseticidas para a praga na cultura (Agrofit, 2016), ao se adotar o controle químico indiscriminado, oneram-se os custos de controle, além de possibilitar o surgimento de populações resistentes do inseto.

Como alternativa ao controle dessa praga, o uso de plantas resistentes pode ser um método eficaz, podendo reduzir as populações abaixo do nível de dano econômico e não promove desequilíbrio no agroecossistema (Boiça et al., 2012). Estudos recentes têm demonstrado que as características morfológicas de plantas, tais como epiderme espessa e tricomas, têm sido correlacionadas com a resistência ao ataque de aleirodídeos (Oriani & Vendramim, 2010; Prado et al., 2015; Hasanuzzaman et al., 2016). Os fatores que induzem a não-preferência incluem as defesas químicas e morfológicas das plantas, dessa forma, impedindo a colonização, oviposição e alimentação dos insetos (Gullan & Cranston, 2007).

Para os insetos sugadores, a epiderme mais espessa pode representar uma barreira na obtenção de alimento, tendo em vista que muitos desses insetos precisam introduzir o aparelho bucal nas camadas mais profundas, até atingir os feixes vasculares, exigindo do mesmo maior gasto de energia. O espessamento da epiderme está relacionado com o aumento de camadas de microfibrilas de celulose e incrustação de lignina confere rigidez (Aoyama & Labinas, 2012).

Além do espessamento das paredes celulares das células ordinárias da epiderme, os tricomas, tectores ou secretores, também podem atuar como defesa física e ou química dificultando a mobilidade dos organismos sobre a superfície dos órgãos, especialmente das folhas, funcionando como obstáculo (Matos et al., 2009) ou como uma barreira química devido às substâncias secretadas e liberadas pelos tricomas glandulares (Krips et al., 1999). Essas substâncias podem ter efeito imediato sobre a sua preferência alimentar, oviposição e sobrevivência, dentre outros aspectos (Krips et al., 1999).

Assim, a expressão da resistência por características morfológicas que funcionem como barreiras físicas ou por secreção de substâncias desfavoráveis ao inseto fitófago, pode ser empregada na identificação de clones resistentes as pragas e em programas de melhoramento genético. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi descrever e comparar os caracteres morfológicos de diferentes genótipos de cajueiro-anão, que funcionam como barreiras à herbivoria de *A. cocois*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estudo da anatomia foliar de clones de cajueiro - Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

O estudo anatômico foi desenvolvido no Laboratório de Microscopia Eletrônica da Embrapa Agroindústria Tropical. Foram estudadas a anatomia foliar dos clones EMBRAPA 51, CCP 76, BRS 226, PRO 143/7 e BRS 274. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições (fragmentos de folha de indivíduos diferentes).

Para as análises no MEV das folhas dos clones de cajueiros, foram coletados cinco fragmentos foliares de 3 indivíduos diferentes para cada clone (Figura 1A). As amostras foram fixadas em solução Karnovsky, por 48h. A seguir, foram lavadas com 3 trocas de tampão fosfato de 10 minutos cada, pós-fixadas em tetróxido de ósmio (1%) por 1 hora, lavadas em água destilada e desidratadas em soluções de etanol de concentração crescente: (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90%), por 15 minutos cada e em solução 100% de álcool, por 3 vezes, de 15 minutos cada. Em seguida, as amostras secas em aparelho ponto crítico, montadas em “stubs” (Figura 1B) e metalizadas com platina no Sputering. Por fim, analisadas no MEV Tescan Vega 3 sob uma voltagem de aceleração de 15 Kv. Os seguintes dados foram quantificados: número de tricomas na face abaxial (por 1,05 mm² de área), número de estrias epicuticulares entre estômatos, espessura foliar, espessura da epiderme na face abaxial, espessura da epiderme na face adaxial.

Para a análise estatística, os valores médios do número de tricomas foram analisados sem transformação. Efetuou-se análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A fim de correlacionar, a densidade de tricomas foliares com a atratividade de adultos e oviposição de mosca-branca-do-cajueiro, avaliou-se a atratividade e a preferência para

oviposição da mosca-branca-do-cajueiro em cinco clones de cajueiro: CCP 76, BRS 226, EMBRAPA 51, BRS 274 e PRO 143/7 em ensaio com chance de escolha. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições. As mudas de cajueiro foram utilizadas com 120 dias de idade e com folhas maduras.

Os clones foram distribuídos de forma aleatória, no interior de uma gaiola telada (1,0 x 1,0 x 1,0 m), infestados com vinte insetos adultos de mosca-branca-do-cajueiro por planta. As plantas foram espaçadas em cerca de 15 cm, umas das outras, evitando o contato entre as folhas. A atratividade foi avaliada 24 horas após a liberação dos insetos. A contagem do número de adultos presentes na superfície abaxial das folhas foi feita com o auxílio de um espelho. Após a avaliação, os adultos foram retirados da gaiola e as plantas foram submetidas às avaliações do número de ovos, para determinar os clones preferidos para oviposição. A análise de correlação de Pearson a 5% de significância foi utilizada para a densidade de tricomas foliares com a atratividade de adultos e com a oviposição de mosca-branca-do-cajueiro.

2.2 Detecção histoquímica de compostos fenólicos totais

2.2.1 Reagente ‘Neu’

Seis fragmentos foliares de cada clone estudado, em seções paradérmicas e longitudinais, foram coletados (Figura 2). As amostras foram divididas em dois grupos: Grupo 1- tratadas com a solução que se liga a compostos flavonoides, o Reagente ‘Neu’ contendo [2-aminoetil-difenilborinato (10 g Litro⁻¹) e polietilenoglicol 4000 (50 g Litro⁻¹) em etanol 95%] conforme metodologia de Hjorth et al. (2006), e Grupo 2- controle, amostras não tratadas com o reagente de Neu. As amostras foram montadas em lâminas semi-permanentes e analisadas ao microscópio confocal Zeiss, LSM 710 da Central Analítica da Universidade Federal do Ceará. Para a tomada das imagens, utilizou-se o filtro ultravioleta de excitação entre 450 e 490 nm e um filtro de barreira para a captura da fluorescência a 520 nm e objetiva de 40x.

2.2.2 Fixação com solução de Sulfato Ferroso

O estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Vegetal (UFC). As amostras de folhas dos diferentes clones de cajueiro EMBRAPA 51, CCP 76, BRS 226, PRO 143/7 e BRS 274 foram fixadas em solução de sulfato ferroso (Johansen, 1940) por 48 horas. Com esta os compostos fenólicos formam um precipitado marrom escuro a preto. Posteriormente as amostras foram lavadas em água destilada e seccionadas transversalmente (Figura 2). As secções foram e montadas em água, analisadas e fotografadas em um microscópio Leica DM4000 B LED acoplado com câmera digital. Para controle forma utilizadas secções de amostras não fixadas com a solução de sulfato ferroso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo da anatomia foliar de clones de cajueiro - Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Das imagens obtidas no MEV, são apresentadas apenas de dois clones, com características mais distintas. A Figura 3 compara imagens das amostras foliares dos clones CCP 76 (Figuras 3A, 3B, 3C e 3D) e PRO 143/7 (Figuras 3E, 3F, 3G e 3H), com relação à densidade de tricomas, quantidade de estrias cuticulares entre os estômatos, espessura foliar e espessura da epiderme da superfície abaxial.

O clone PRO 143/7 apresenta maior densidade de tricomas, maior número de estrias cuticulares entre estômatos e maiores espessuras foliar e de epiderme abaxial resultados estatísticos devem ser citados aqui. Outras observações importantes dizem respeito ao sistema vascular foliar do clone PRO 143/7, que se apresenta bastante lignificado e com paredes celulares muito espessas.

Os tricomas dos clones de cajueiro são glandulares capitados, pluricelulares e bisseriados, de formato ovóide, localizados em leve depressão epidérmica como descrito por Empinotti & Duarte (2008). Eles foram citados como importantes na proteção química, através de liberação de lipídios, terpenos e fenóis (Valkama et al., 2003). A secreção liberada por essas estruturas atuam como uma barreira química, podendo ter efeito imediato sobre a sua preferência alimentar, oviposição e sobrevivência de insetos, dentre outros aspectos (Simmons & Gurr, 2005).

Na Tabela 1, estão mostrados os dados quantitativos obtidos a partir das imagens microscópicas das superfícies foliares.

Tabela 1. Análise da anatomia foliar (MEV). Médias (\pm EP) do número de tricomas na face abaxial (NTFA); número de estrias cuticulares entre estômatos (NECE); espessura foliar (EF); espessura da epiderme na face adaxial (EEFAD) e espessura da epiderme na face abaxial (EEFAB).

Clones	NTFA	NECE	EF	EEFAD	EEFAB
	Número/1,05 mm ²	(-)	-----µm-----		
PRO 143/7	31,67 \pm 0,32 a	18,33 \pm 1,15 a	164,03 \pm 15,11 a	18,80 \pm 2,31 a	12,30 \pm 0,32 a
BRS 274	21,33 \pm 1,16 b	17,00 \pm 1,00 a	172,10 \pm 11,96 a	15,27 \pm 1,49 a	9,70 \pm 1,16 a
CCP 76	16,00 \pm 1,73 c	14,78 \pm 1,64 b	142,43 \pm 2,73 a	15,50 \pm 2,9 a	8,40 \pm 1,80 a
BRS 226	14,67 \pm 1,67 c	12,67 \pm 0,19 b	153,72 \pm 1,88 a	11,10 \pm 0,60 a	10,60 \pm 1,75 a
EMBRAPA 51	12,67 \pm 0,97 c	18,89 \pm 0,56 b	117,27 \pm 11,56 a	13,50 \pm 1,71 a	7,77 \pm 0,97 a

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O clone PRO 143/7 apresentou o maior número de tricomas glandulares na face abaxial em relação aos demais, diferindo significativamente dos demais (Tabela 1). O clone EMBRAPA 51, um dos clones de cajueiro-anão mais utilizados por produtores, apresentou a menor média de números de tricomas na face abaxial, conferindo-lhe a possibilidade de ser mais susceptível à praga. A face abaxial das folhas de cajueiro-anão representa a superfície foliar onde a praga se instala, utilizando-a para alimentação e oviposição.

Os dados de atratividade de *A. cocois* e oviposição estão apresentados na Tabela 2. Verificou-se que o clone PRO 143/7 destacou-se como o menos atrativo dentre o germoplasma avaliado, diferindo significativamente dos demais, o que pode conferir resistência à mosca-branca-do-cajueiro, pois atraiu menor número de adultos 24 h após a exposição.

Tabela 2. Média (\pm EP) do número de adultos e número de ovos de *A. cocois* em clones de cajueiro-anão; e coeficientes de correlação simples obtidos entre número de adultos e número de tricomas e entre número de ovos e número de tricomas.

Clones	Nº de adultos	Nº de ovos
CCP 76	11,0 \pm 1,41	137,10 \pm 12,06
EMBRAPA 51	8,6 \pm 1,75	88,90 \pm 6,71

BRS 274	8,6 ± 1,63	76,32 ± 9,97
BRS 226	7,6 ± 1,43	45,80 ± 6,44
PRO 143/7	3,4 ± 0,67	32,64 ± 3,70
	Nº de adultos x Tricomas	Nº de ovos x Tricomas
Coefficiente de correlação	-0,434 ^{ns}	-0,614 ^{**}

** significativo a 5% de probabilidade

A análise de correlação (Tabela 2), demonstrou que quanto maior o número de tricomas foliares menor será a preferência para oviposição da praga. Esses dados indicam que a maior densidade de tricomas glandulares confere resistência química aos clones de cajueiro, em relação aos clones com baixa densidade de tricomas glandulares.

Os tricomas exercem um papel fundamental na defesa de plantas, principalmente em relação a insetos fitófagos. Em várias espécies ou variedades de plantas há uma correlação negativa entre a densidade de tricomas e as respostas de alimentação, oviposição de insetos adultos e nutrição das larvas (Theobald et al., 1979). Tricomas glandulares podem complementar as defesas químicas das plantas através da liberação de terpenos ou compostos fenólicos (Levin, 1973).

Oriani et al. (2011) e Oriani & Vendramim (2010) em trabalhos com *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em genótipos de tomateiro *Solanum lycopersicum* L., verificaram correlação significativa entre a densidade de tricomas glandulares e a preferência para oviposição e atratividade de adultos. Segundo esses autores, os tricomas glandulares conferem resistência aos genótipos, pois influenciam negativamente na atratividade e na oviposição por mosca-branca. Além de ocasionar a não-preferência para oviposição, os insetos aderem-se ao exsudato liberado pelos tricomas glandulares, provocando redução da oviposição (Fancelli et al., 2008). Hasanuzzaman et al. (2016), também evidenciaram baixa infestação de adultos de mosca-branca em variedade de berinjela *Solanum melongena* L. com alta densidade de tricoma glandular.

Quanto ao número de estrias cuticulares entre estômatos, os clones PRO 143/7 e BRS 274 apresentaram a maior média, porém não diferiram dos clones EMBRAPA 51, BRS 226 e CCP 76 (Tabela 1). As estrias cuticulares são linhas destacadas partindo das células-guarda e conferem dureza ao tecido vegetal em volta dos estômatos (Ahmad, 1962), podem conferir maior resistência desses clones destacados quanto a esse aspecto, por dificultar a alimentação

e oviposição do inseto, em comparação com os demais clones de cajueiro-anão. O clone EMBRAPA 51 apresentou a menor espessura foliar, não diferindo significativamente. O número médio da espessura (μm) da epiderme na face adaxial e na face abaxial não diferiu significativamente entre os clones.

Silva et al. (2015) observaram diferenças significativas nas características estruturais da superfície das folhas de cultivares de cebola, tais como, a espessura da cutícula, espessura da parede celular, a deposição de ceras epicuticulares, e associou tais diferenças à resistência de plantas de cebola a *Thrips tabaci* (Lindeman, 1888). Essas características podem funcionar como barreiras físicas ao ataque do inseto, por dificultar o trânsito, a alimentação ou a oviposição dos tisanópteros nas plantas, uma vez que os insetos são diminutos e alimentam-se diretamente das células epidérmicas.

3.2 Detecção histoquímica de compostos fenólicos totais

3.2.1 Reagente ‘Neu’

A detecção de compostos fenólicos por fluorescência em microscopia confocal nas folhas das plantas dos clones de cajueiro está apresentada na Figura 4. As Figuras 4A, 4C, 4E, 4G e 4I correspondem às imagens dos cortes paradérmicos não tratados com o reagente ‘Neu’, portanto, as amostras controle dos clones BRS 226, BRS 274, CCP 76, EMBRAPA 51 e PRO 143/7, respectivamente. As imagens referentes ao tratamento dos cortes foliares dos clones BRS 226, BRS 274, CCP 76, EMBRAPA 51 e PRO 143/7 com o reagente ‘Neu’, estão mostradas nas Figuras 4B, 4D, 4F, 4H e 4J, respectivamente. Para as amostras tratadas e não tratadas, a autofluorescência dos cortes foliares, foi avaliada utilizando-se a luz ultravioleta.

A autofluorescência detectada nas amostras controle pode advir de diversos compostos presentes nas células, tais como, aminoácidos aromáticos, flavonoides e compostos fenólicos. O reagente ‘Neu’, demonstrou a presença de compostos fenólicos na epiderme em ambas as faces foliares.

As imagens permitem notar, que houve forte intensidade da fluorescência verde, no clone PRO 143/7, indicando uma possível maior produção dessas substâncias nesses clones, corroborando fortemente, com o que foi detectado no teste com solução de sulfato ferroso. Os clones CCP 76 e EMBRAPA 51, por outro lado, apresentaram baixa fluorescência desses compostos.

3.2.2 Fixação com solução de Sulfato Ferroso

A detecção histoquímica de compostos fenólicos totais nas lâminas foliares dos clones de cajueiro avaliados por meio de microscopia ótica está apresentada na Figura 5.

As Figuras 5A, 5C, 5E, 5G e 5I correspondem às imagens dos cortes paradérmicos não tratados com solução de sulfato ferroso para os clones BRS 226, BRS 274, CCP 76, EMBRAPA 51 e PRO 143/7, respectivamente. As amostras dos clones BRS 226, BRS 274, CCP 76, EMBRAPA 51 e PRO 143/7 tratados com solução de sulfato ferroso estão mostradas nas Figuras 5B, 5D, 5F, 5H e 5J, respectivamente. A reação foi positiva na epiderme, e mesofilo para todos os clones. Entretanto, o teste para o CCP 76 indicou menor intensidade na reação para fenólicos totais.

Dentre os metabólitos secundários, os compostos fenólicos, constituem um dos grupos mais comuns e difundidos de compostos de defesa, que desempenham um papel importante na resistência da planta hospedeira contra insetos herbívoros (Sharma et al., 2009). Entre os compostos fenólicos, a lignina, as fitoalexinas e os taninos têm papéis importantes na defesa vegetal. Além desses, a produção de peroxidase, em associação com fenóis produzem fenoxilo e outros radicais oxidativos que atuam como deterrente alimentar e/ou produzem toxinas que reduzem a digestibilidade do tecido vegetal que conduz a efeitos drásticos sobre o crescimento e desenvolvimento de insetos (Zhanget al., 2008). Segundo War et al. (2011), o dano e o peso da larva de *Spodoptera litura* (taro caterpillar) em genótipos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) foram menores no genótipo que apresentou maior teor de compostos fenólicos.

Os taninos, derivados de compostos fenólicos, se ligam às proteínas e inibem a digestão, retardando consideravelmente o crescimento de lagartas e outros herbívoros. Os insetos que se alimentam de plantas ricas em tanino podem reduzir os efeitos inibitórios do tanino, pela produção de surfactantes semelhantes a detergentes, em seus fluidos intestinais, tendendo a dispersar o complexo tanino-proteínas. Assim como os taninos, muitos dos compostos secundários interferem nas vias metabólicas específicas ou nos processos fisiológicos dos insetos (Ricklefs, 2003). O caule de cajueiro destaca-se como uma das mais importantes fontes de tanino (Chaves et al., 2010).

Além de substâncias que podem atuar como deterrentes alimentares nos insetos, a morfologia vegetal pode influenciar negativamente a alimentação do inseto herbívoro. Como

exemplo, o espessamento da epiderme está diretamente relacionado com a deposição de substâncias que lhes confere um maior dimensionamento e rigidez de suas estruturas, geralmente por uma maior quantidade de lignina e de fibras (celulose e hemicelulose) (Aoyama & Labinas, 2012).

A lignina, além de proporcionar suporte mecânico, sua resistência física coíbe seu consumo pelos herbívoros e sua estabilidade química torna-a relativamente indigerível pelos insetos. Por sua capacidade de ligação à celulose e às proteínas, a lignina também reduz a digestibilidade dessas substâncias (War et al., 2012). Caixeta et al. (2004), avaliando a nutrição e o vigor de mudas de cafeeiro na infestação do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, Guérin-Mèneville & Perrottet, observaram que o número de minas e de folhas minadas foram inversamente proporcionais aos teores de lignina encontrados na folha.

Para *A. cocois* as informações sobre defesa química e morfológica são inexistentes, no entanto para outros aleirodídios como *B. tabaci* biótipo B, os possíveis fatores de resistência têm sido relatados. As defesas bioquímicas constitutivas como açúcares totais, taninos, flavonóides e fenóis têm sido relatados como os possíveis fatores de resistência responsáveis pela queda no desenvolvimento das populações (Acharya & Singh, 2008).

O genótipo experimental PRO 143/7 que se mostrou menos suscetível ao ataque de *A. cocois*, ainda está em fase de avaliação em relação aos atributos agrônômicos e industriais. Esses genótipos surgem como uma nova opção no programa de melhoramento do cajueiro onde se objetiva a incorporação de fatores de resistência a agentes bióticos, tais como pragas e doenças, com destaque para o desenvolvimento de clones resistentes à *A. cocois*.

Desta forma, é de interesse o desenvolvimento de novas pesquisas com os clones de cajueiro, a fim de identificar e quantificar substâncias químicas que possam estar envolvidas nessa resistência, como os compostos fenólicos presentes nas folhas e as substâncias presentes nos tricomas glandulares.

4. CONCLUSÕES

1. Os tricomas glandulares são caracteres morfológicos presentes nas folhas de cajueiro-anão que conferem resistência à *A. cocois*;
2. O clone PRO 143/7 é resistente a *A. cocois* e possui maior número de tricomas glandulares e número de estrias cuticulares, além da maior quantidade de compostos fenólicos.

5. REFERÊNCIAS

- ACHARYA, V. S.; SINGH, A. P. Biochemical basic of resistance in cotton to the whitefly, *Bemisia tabaci*Genn. **Journal of Cotton Research and Development**, Indian, v.22, p. 195-199, 2008.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Praga/Doença**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>> Acesso em: 05 jul. 2016.
- AHMAD, K. J. Cuticular striations in Oestrum. **Current Science**, v. 31, p. 388-390, 1962.
- AOYAMA, E. M.; LABINAS, A. M. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p. 365, 2012.
- BOIÇA, A. L.; SOUZA, B. H. S.; BOTTEGA, D. B.; RODRIGUES, N. E. L.; COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A. Resistência de plantas e produtos naturais no controle de pragas em culturas agrícolas. In: BUSOLI, A. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; SOUZA, L. A.; KUBOTA, M. M.; COSTA, E. N.; SANTOS, L. A. O.; NETTO, J. C.; VIANA, M. A. (Ed.). **Tópicos em entomologia agrícola**, Jaboticabal, p. 139-158, 2012.
- CAIXETA, S. L.; MARTINEZ, H. E. P.; PICANÇO, P. R.; ESPOSTI, M. D. D. ; AMARAL, J. F. T Nutrição e vigor de mudas de cafeeiro e infestação por bicho mineiro. **Ciência Rural**, v. 34, n.5, p. 1429-1435, 2004.
- CARNEIRO, J.S., SILVA, P.H.S., RÊGO, M.T. Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* na cajucultura do Piauí. **ReHAgro - recursos humanos do agronegócio**.2006.
- CHAVES, M. H.; CITÓ, A. M. G.; LOPES, J. A. D.; COSTA, D. A.; OLIVEIRA, C. A. A.; COSTA, A. F.; BRITO, F. E. M. Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.20, n.1, p. 106-112, 2010.
- EMPINOTTI, C. B.; DUARTE, M. R. Estudo anatômico de folha e caule de *Elephantopus mollis* Kunth (Asteraceae). **Revista Brasileira Farmacognosia**, v.18, n.1,p. 108-116, 2008.
- FANCELLI, M.; VENDRAMIM, J.D.; FRIGHETTO, R.T.S.; LOURENÇÃO, A.L. Exsudato glandular de genótipos de tomateiro e desenvolvimento de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Sternorrhyncha: Aleyrodidae) biótipo B. **Neotropical Entomology**, v.34, p. 659-665, 2005.
- GULLAN, P. J; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3. ed. São Paulo: Roca, p. 440, 2007.
- HASANUZZAMAN, A. T. M.; ISLAM , M. N.; ZHANG, Y.; ZHANG, C. Y.; LIU, T. X. 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, p. 1-15, 2016.

HJORTH, M., MONDOLOT, L., BUATOIS, B., ANDARY, C., RAPIOR, S., KUDSK, P., MATHIASSEN, S. K., RAVN, H. W. An easy and rapid method using microscopy to determine herbicide effects in Poaceae weed species. **Pest Management Science**, v. 62, n. 6, p. 515-521, 2006.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw- Hill, p. 523, 1940.

KRIPS, O. E; KLEIJN, P. W; WILLEMS, P. E. L.; GOLDS, G. J. Z; DICKE, M. Leaf hairs influence searching efficiency and predation rate of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 23, p.119-131, 1999.

LEVIN, D. A. The role of trichomes in plant defense. **The Quarterly Review of Biology**, Chicago, v. 48, n. 1, p. 3-15, 1973.

LIU, S. S.; COLVIN, J.; BARRO, P.J. Species concepts as applied to the whitefly *Bemisia tabaci* systematics: how many species are there? **Journal of Integrative Agriculture**, v.11, p.176-186, 2012.

MATOS, C. H. C.PALLINI, A.; VENZON, M.; FREITAS, R. C. P.; REZENDE, D. D. M.; SCHOEREDER, J. H. Os tricomas de *Capsicum* spp. interferem nos aspectos biológicos do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus*, Banks (Acari: Tarsonemidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 589-594, 2009.

MESQUITA A. L. M.; SOBRINHO, R.B. **Pragas e doenças do cajueiro**. In: Araújo, J.P.P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**, Brasília: Embrapa, p. 195-215, 2013.

ORIANI, G. M. A.; VENDRAMIM, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Scientia Agricola**, v. 68, p. 37-41, 2011.

ORIANI, M. A.; VENDRAMIM, J. D. Influence of trichomes on attractiveness and ovipositional preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 1002-1007, 2010.

PRADO, J. C.; PEÑAFLORES, M. F. G. V.; CIA, E.; VIEIRA, S. S.; SILVA, K. I.; CARLINI-GARCIA, L. A.; LOURENÇÃO, A. L. Resistance of cotton genotypes with different leaf colour and trichome density to *Bemisia tabaci* biotype B. **Journal of Applied Entomology**, v. 140, p. 405-413, 2015.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 503, 2003.

SHARMA, H. C.; SUJANA, G.; RAO, D. M. Morphological and chemical components of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of pigeonpea. **Arthropod-Plant Interactions**. Issue 3, v. 3, p. 151-161, 2009.

SILVA, V.C.P.; BETTONI, M.M.; BONA, C.; FOERSTER L.M. Morphological and chemical characteristics of onion plants (*Allium cepa* L.) associated with resistance to onion thrips. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 37, n.1, p. 85-92, 2015.

SIMMONS, A. T.; GURR, G. M. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids: effects on pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 7, p. 265-276, 2005.

THEOBALD, W. L.; KRAHULIK, J. L.; ROLLINS, R. C. Trichome description and classification. *In*: METCALFE, C.R.; CHALK, L. (Ed.) **Anatomy of dicotyledons**. 2ed. Oxford: Oxford Science, v.1, cap.5, p. 41-53, 1979.

VALKAMA, E.; SALMINEN, J. P.; KORICHEVA, J.; PIHLAJA, K. Comparative analysis of leaves trichome structure and composition of epicuticular flavonoids in Finnish Birch species. **Annals of Botany**, London, v. 91, n. 6, p. 643- 655, 2003.

WAR, A. R.; PAULRAJ, M.G.; WAR, M. Y.; IGNACIMUTHU, S. Herbivore- and Elicitor-Induced Resistance in Groundnut to Asian armyworm, *Spodoptera litura* (Fab.)(Lepidoptera: Noctuidae). **Plant Signal Behav**, v. 6, n. 11, p. 1769-1777, 2011.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; AHMAD, T.; BUHROO, A.A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H.C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, v. 7, n. 10, p. 1306-1320, 2012.

ZHANG, S. Z., HAU, B. Z., ZHANG, F. Induction of the activities of antioxidative enzymes and the levels of malondialdehyde in cucumber seedlings as a consequence of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) infestation. **Arthropod-Plant Interact**, v. 2, p. 209-213, 2008.

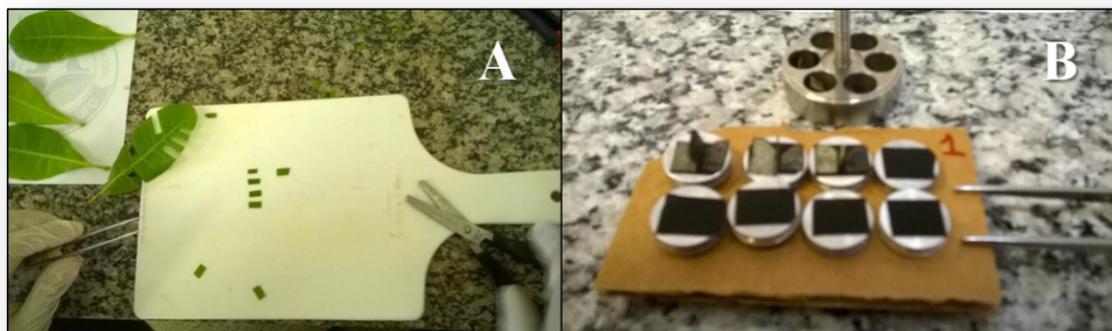
6 ANEXOS

Foto: Santos, E. S. & Dias-Pini, N. S. (2016)

Figura 1. A. Cortes dos fragmentos foliares; B. Montagem dos fragmentos foliares em stubs.



Foto: Aves, J. C. (2016)

Figura 2. Secções transversais à mão livre com uso de lâmina de barbear.

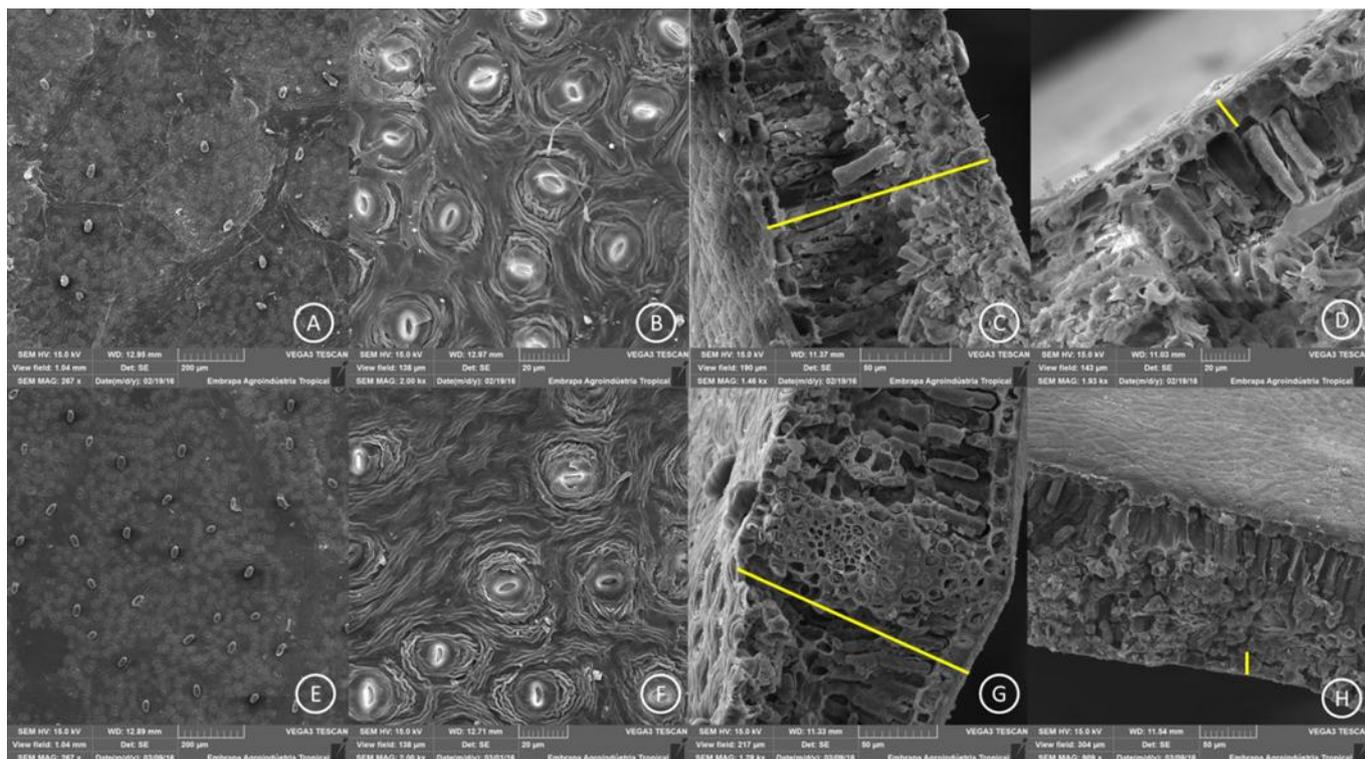


Foto: Muniz, C. R. (2016)

Figura 3. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de superfícies foliares das faces abaxial e adaxial e transversal de clones de cajueiro CCP 76 e PRO 143/7. A. Densidade de tricomas glandulares na superfície abaxial (clone CCP 76), aumento: 267x. B. Estrias cuticulares entre estômatos (clone CCP 76), aumento: 2000x. C. Seção transversal da lâmina foliar (clone CCP 76), aumento: 1460x, segmento amarelo: comprimento da espessura foliar. D. Detalhe da epiderme abaxial (clone CCP 76), aumento: 1930x, segmento amarelo: comprimento da espessura epidérmica. E. Densidade de tricomas glandulares na superfície abaxial (clone PRO 143/7), aumento: 267x. B. Estrias cuticulares entre estômatos (clone PRO 143/7), aumento: 2000x. C. Seção transversal da lâmina foliar (clone PRO 143/7), aumento: 1460x, segmento amarelo: comprimento da espessura foliar. D. Detalhe da epiderme abaxial (clone PRO 143/7), aumento: 1930x, segmento amarelo: comprimento da espessura epidérmica.

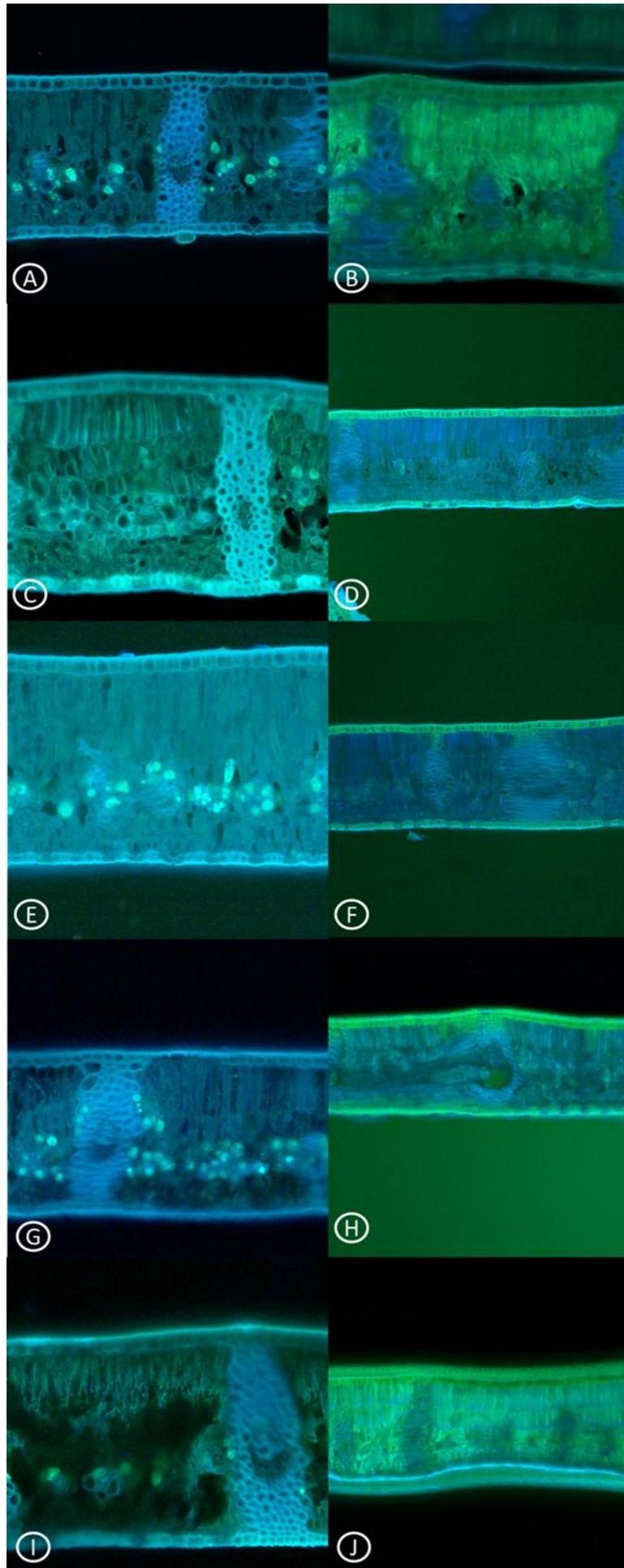


Foto: Muniz, C. R. (2016)

Figura 4. Detecção de compostos fenólicos por fluorescência, em microscopia confocal nas lâminas foliares dos clones de cajueiro pelo uso do reagente 'Neu'. A e B: Clone BRS 226 tratado e não tratado. C e D: Clone BRS 274 tratado e não tratado. E e F: Clone CCP 76 tratado e não tratado. G e H: Clone EMBRAPA 51 tratado e não tratado. I e J: Clone PRO 143/7 tratado e não tratado.

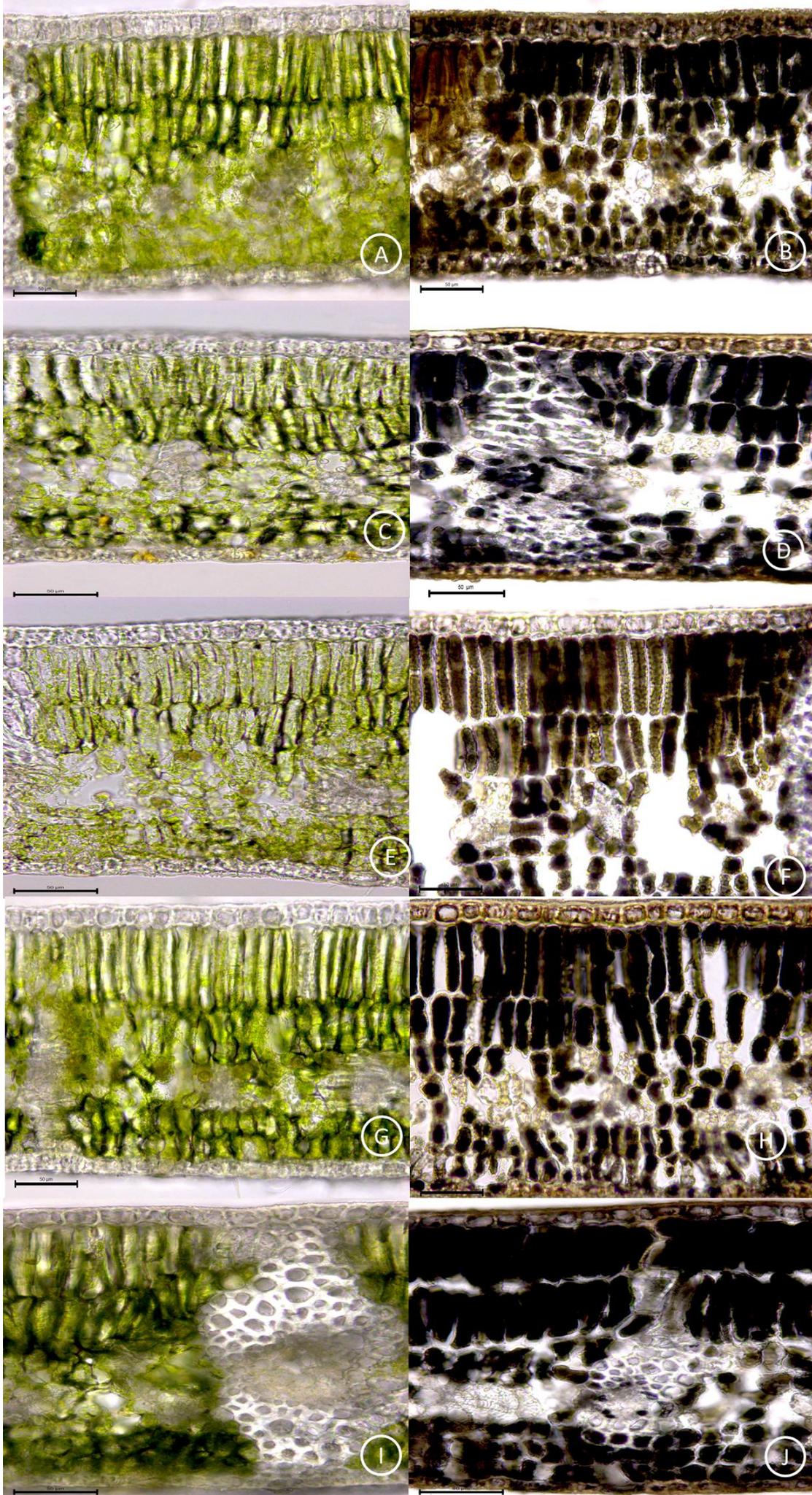


Foto: Soares, A. A. & Muniz, C. R. (2016)

Figura 5. Detecção histoquímica de compostos fenólicos totais nas lâminas foliares dos clones de cajueiro pelo método do cloreto férrico. A e B: Clone BRS 226 tratado e não tratado com cloreto férrico. C e D: Clone BRS 274 tratado e não tratado com cloreto férrico. E e F: Clone CCP 76 tratado e não tratado com cloreto férrico. G e H: Clone EMB 51 tratado e não tratado com cloreto férrico. I e J: Clone PRO 143/7 tratado e não tratado com cloreto férrico.