

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

Anilde da Graça Sousa Maciel

Controle alternativo de *Tetranychus urticae* com extratos de sementes de graviola, *Annona muricata* L. e com ácaro predador *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae)

Rio Largo, AL
2014

ANILDE DA GRAÇA SOUSA MACIEL

Controle alternativo de *Tetranychus urticae* com extratos de sementes de graviola, *Annona muricata* L. e com ácaro predador *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Roseane Cristina Predes Trindade

Coorientador: Prof. Dr. Edmilson Santos Silva

Rio Largo, AL
2014

ANILDE DA GRAÇA SOUSA MACIEL

Controle alternativo de *Tetranychus urticae* com extratos de sementes de graviola, *Annona muricata* L. e com ácaro predador *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae)

Dissertação submetida à banca avaliadora
como requisito para conclusão do curso de
Mestrado em Proteção de Plantas.

Prof^a Dr^a Roseane Cristina Predes Trindade, Universidade Federal de Alagoas
Orientadora

Banca examinadora:

Prof. Dr. José Vargas de Oliveira – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa Dra. Sonia Maria Forti Broglio – Universidade Federal de Alagoas

Rio Largo, AL
2014

Dedico aos meus pais, pelo apoio,
amor e compreensão!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me conceder força para conquistar meus objetivos.

À minha família, principalmente aos meus pais, Maria da Conceição C. S. Maciel e Antonio Maciel Filho, pelo amor incondicional, pelas orações e apoio em cada escolha da minha vida. Aos meus irmãos Amarildo de Jesus S. Maciel e Anilde da Conceição S. Maciel, pelo apoio e carinho.

Agradeço com todo o meu amor, ao meu namorado Anderson R. Sabino, pela atenção, dedicação, disposição em ajudar e companheirismo, tornando tudo mais fácil e divertido.

A minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Roseane Cristina P. Trindade, pela disponibilidade em orientar, apoio dado no trabalho e por todo conhecimento que me foi passado.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Edmilson S. Silva, pela orientação, apoio e conhecimento que me foi passado.

A todos do laboratório de Entomologia /Controle Alternativo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL, principalmente a Jéssica S. Rodrigues pela ajuda.

Aos membros do Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais (LPqRN) da UFAL, principalmente ao Prof. Dr. Antônio Euzébio G. Sant'Ana e ao Sr. Aldy pela ajuda.

Ao Laboratório de Acarologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo, pela identificação do ácaro, especialmente a Peterson Rodrigo Demite e Márcia Daniela da UFAL - Arapiraca.

A Universidade Federal de Alagoas, principalmente ao Centro de Ciências Agrárias, por ter me proporcionado a oportunidade de realizar o mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

Aos membros da banca.

RESUMO GERAL

Devido à importância de controlar o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), estudos com métodos alternativos ao uso de acaricidas químicos, são necessários. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito de extratos de semente de *Annona muricata* L. (Annonaceae), sobre mortalidade, repelência, viabilidade de ovos e persistência no controle de *T. urticae*. Assim como, avaliar o potencial do ácaro predador *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae) através de estudos de resposta funcional e numérica. O extrato etanólico apresentou maior toxicidade a *T. urticae*, com CL₅₀ estimada em 0,2% (v/v), seguido dos extratos hexânico e aquoso, com CL₅₀ estimada em 0,4% (v/v) e 13,0% (m/v), respectivamente. A razão de toxicidade para a CL₅₀ do extrato etanólico foi de 2,0 e 65,0 em relação aos extratos hexânico e aquoso, respectivamente. O acaricida Abamectin Nortox[®] causou 40,0% de mortalidade. As concentrações 0,07; 0,1 e 0,2% (v/v), assim como o acaricida tiveram efeito neutro sobre *T. urticae* e as concentrações 0,4; 0,6 e 1,4% (v/v) foram repelentes. A viabilidade dos ovos para o extrato etanólico (CL₉₉), acaricida e testemunha foi de 9,5; 76,5 e 91,5%, respectivamente. O extrato etanólico apresentou persistência até 120 horas após aplicação, com mortalidade acima de 80,0% e o controle químico apresentou persistência até 48 horas após aplicação com mortalidade de 47,3%. Para avaliação da resposta funcional e numérica, ovos, ninfas e adultos de *T. urticae* foram usados como presas para o ácaro predador *A. aerialis*, sendo ofertados nas densidades: 2, 5, 10, 15, 20 e 30 ácaros/arena. O ácaro *A. aerialis* predou maior quantidade de ovos (81,1%), seguido de ninfa (49,9%) e adultos (26,6%) de *T. urticae*. Houve um aumento na quantidade de presas consumidas, com o aumento da quantidade de presas ofertadas. A predação de adultos de *T. urticae* por *A. aerialis* foi de 0,87 e 1,85 ácaros/dia nas densidades 2 e 5, respectivamente, ocorrendo maior consumo nas densidades 10, 20 e 30 com média de 3,23; 2,28 e 2,89 ácaros/dia, respectivamente. Quando ofertadas ninfas nas densidades 2, 5, 10 e 15 ácaros/arena, houve predação de 1,53; 4,19; 4,36; 3,80 ácaros/dia, respectivamente, e nas densidades 20 e 30 ocorreu predação de 6,0 e 6,6 ácaros/dia, respectivamente. O ácaro *A. aerialis* predou em média 1,91 e 4,43 ovos/dia nas densidades 2 e 5 ovos/arena e nas densidades 10, 15, 20 e 30 ovos/arena houve aumento na predação, com 8,98; 10,84; 13,60 e 14,83 ovos/dia, respectivamente. A oviposição do ácaro *A. aerialis* manteve-se em torno de 1 ovo/dia, com exceção do experimento em que ovos foram ofertados como presas, neste a quantidade de ovos postos foi em média 0,23 ovo/dia. Desta forma, a utilização do extrato etanólico de semente de graviola é uma alternativa promissora ao controle de *T. urticae*, visto que, apresenta potencial na mortalidade, além de causar efeito repelente, ovicida e persistência. O controle de *T. urticae* com o uso do ácaro predador *A. aerialis* mostrou-se eficiente, ocorrendo aumento da quantidade de ácaros predados com o aumento da quantidade de presas ofertadas.

Palavras-chave: Graviola. Inimigo natural. Ácaro rajado.

GENERAL ABSTRACT

Because of the importance to control the spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), studies with alternative methods to use of chemical acaricides, has been needed. The aim to the present study was to evaluate the effect of seed extracts of *Annona muricata* L. (Annonaceae), on mortality, repellency, egg viability and persistence in controlling of *T. urticae*. As, evaluate the potential of predatory mite *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae) through studies of functional and numerical response. The ethanolic extract showed greater toxicity to the *T. urticae*, with LC₅₀ estimated at 0.2% (v/v), followed by hexanic and aqueous extracts, with LC₅₀ estimated at 0.4% (v/v) and 13.0% (m/v), respectively. The reason for the toxicity LC₅₀ of the ethanolic extract was 2.0 and 65.0 in relation to the hexanic and aqueous extracts, respectively. The acaricide Abamectin Nortox[®] caused 40.0% of mortality. The concentrations 0.07, 0.1, 0.2% (v/v) and the acaricide had a neutral effect on *T. urticae* and the concentrations 0.4, 0.6 and 1.4% (v/v) have been repellents. Egg viability for the ethanolic extract (LC₉₉), acaricide and control was 9.5; 76.5 and 91.5%, respectively. The ethanolic extract showed persistence until 120 hours after application, with a mortality rate above 80.0% and chemical control had persistent until 48 hours after application with a mortality of 47.3%. To evaluate the functional and numerical response, eggs, nymphs and adults of the *T. urticae* were used as prey for the mite *A. aerialis*, being offered in densities: 2, 5, 10, 15, 20 and 30 mites/arena. The mite *A. aerialis* has consumed greater number of eggs (81.1%), followed by nymph (49.9%) and adult (26.6%) of *T. urticae*. There was an increase in the amount of prey consumed with the increased amount of prey offered. Predation of adult of *T. urticae* by *A. aerialis* was 0.87 and 1.85 mites/day at densities 2 and 5, respectively, occurring higher consumption in densities 10, 20 and 30 with a mean of 3.23, 2.28 and 2.89 mites/day, respectively. When nymphs offered in densities 2, 5, 10 and 15 mites/arena, the predation was 1.53, 4.19, 4.36 and 3.80 mites/day, respectively, and the densities 20 and 30 predation was 6.0 and 6.6 mites/day, respectively. The mite *A. aerialis* has consumed on average 1.91 and 4.43 eggs/day in densities 2 and 5 eggs/arena and the densities 10, 15, 20 and 30 eggs/arena, was no increase in predation, with 8.98, 10.84, 13.60 and 14.83 eggs/day, respectively. The oviposition of mite *A. aerialis* remained around one egg/day, with the exception of the experiment in which eggs were offered as prey, the amount of eggs laid was on average 0.23 egg/day. Thus, the use of seed ethanolic extract of soursop is a promising alternative to control of *T. urticae*, since, has potential in mortality and cause repelling effect, ovicidal and persistence. The control the *T. urticae* using the predatory mite *A. aerialis* was efficient, with increased amount of mites preyed with increasing amounts of preys offered.

Keywords: Soursop. Natural enemy. Spider mite.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Semente de graviola após secagem em estufa (A); moinho para trituração das sementes (B); pó obtido da trituração (C); material sendo filtrado em percolador (D) e concentrado em rotavapor (E); extratos obtidos (F).....	44
Figura 2 - Pulverização de discos foliares em Torre de Potter (A); disposição das arenas (B) ...	46
Figura 3 - Viabilidade de ovos de <i>Tetranychus urticae</i> submetidos a CL ₉₉ do extrato etanólico e ao abamectina.....	52
Figura 4 - Método de criação do ácaro <i>Amblyseius aerialis</i>	65
Figura 5 - Fêmea do ácaro <i>Amblyseius aerialis</i>	66
Figura 6 - Predação das fases de ovo, ninfa e adulto de <i>Tetranychus urticae</i> por fêmeas de <i>Amblyseius aerialis</i>	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentração letal (CL) e razão de toxicidade (RT) dos extratos de semente de <i>Annona muricata</i> sobre fêmeas de <i>Tetranychus urticae</i>	48
Tabela 2 - Efeito repelente de diferentes concentrações do extrato etanólico sobre <i>Tetranychus urticae</i>	50
Tabela 3 - Mortalidade \pm EP de <i>Tetranychus urticae</i> com até 120 horas após aplicação (HAP) de extrato etanólico de semente de graviola e de abamectina	53
Tabela 4 - Resposta funcional e numérica do predador <i>Amblyseius aerialis</i> tendo como alimento fêmeas de <i>Tetranychus urticae</i> e ovos postos pelas fêmeas ofertadas	68
Tabela 5 - Resposta funcional e numérica do predador <i>Amblyseius aerialis</i> tendo como alimento ninfas de <i>Tetranychus urticae</i>	69
Tabela 6 - Resposta funcional e numérica do predador <i>Amblyseius aerialis</i> tendo como alimento ovos de <i>Tetranychus urticae</i>	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Classificação e morfologia geral dos ácaros.....	15
2.2 Aspectos gerais da família Tetranychidae	15
2.2.1 Importância e aspectos biológicos do ácaro rajado, <i>Tetranychus urticae</i>	16
2.2.2 Injúrias e danos causados pelo ácaro rajado, <i>Tetranychus urticae</i>	17
2.3 Métodos de controle do ácaro rajado, <i>Tetranychus urticae</i>	18
2.3.1 Controle químico	18
2.3.2 Resistência de plantas.....	19
2.3.3 Controle biológico	20
2.3.4 Controle alternativo com acaricidas botânicos.....	21
2.4 Aspectos gerais dos produtos de origem botânica.....	23
2.5 Anonáceas.....	24
2.5.1 Importância econômica das anonáceas.....	24
2.5.2 <i>Annona muricata</i>	24
2.5.3 Princípio ativo das anonáceas.....	25
2.5.4 Utilização de anonáceas no controle de pragas	26
2.6 Aspectos gerais e importância da família Phytoseiidae.....	28
2.6.1 Aspectos biológicos e morfológicos.....	28
2.6.2 Aspectos gerais do <i>Amblyseius aerialis</i> (Muma, 1955)	29
REFERÊNCIAS	30
3 EFEITO ACARICIDA, OVICIDA, REPELÊNCIA E PERSISTÊNCIA DE EXTRATOS DE SEMENTE DE <i>Annona muricata</i> L. (Annonaceae) A <i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae)	39
RESUMO	39
ABSTRACT	40
3.1 Introdução	41

3.2 Material e métodos	43
3.2.1 Obtenção e criação do ácaro <i>Tetranychus urticae</i>	43
3.2.2 Obtenção das sementes e preparo dos extratos de <i>Annona muricata</i>	43
3.2.3 Toxicidade dos extratos para o <i>Tetranychus urticae</i>	45
3.2.4 Repelência do extrato etanólico de <i>Annona muricata</i> em <i>Tetranychus urticae</i>	46
3.2.5 Efeito ovicida do extrato etanólico de <i>Annona muricata</i>	47
3.2.6 Persistência do extrato etanólico de <i>Annona muricata</i> na mortalidade de <i>Tetranychus urticae</i>	47
3.3 Resultados e discussão	48
3.3.1 Toxicidade dos extratos para o <i>Tetranychus urticae</i>	48
3.3.2 Repelência do extrato etanólico de <i>Annona muricata</i> em <i>Tetranychus urticae</i>	50
3.3.3 Efeito ovicida do extrato etanólico de <i>Annona muricata</i>	51
3.3.4 Persistência do extrato etanólico de <i>Annona muricata</i> na mortalidade de <i>Tetranychus urticae</i>	53
3.4 Conclusões	55
REFERÊNCIAS	56
4 RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DO PREDADOR <i>Amblyseius aerialis</i> (Muma, 1955) (ACARI: PHYTOSEIIDAE) ALIMENTADO COM <i>Tetranychus urticae</i> (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae)	61
RESUMO	61
ABSTRACT	62
4.1 Introdução	63
4.2 Material e métodos	64
4.2.1 Obtenção e criação do ácaro <i>Amblyseius aerialis</i>	64
4.2.2 Resposta funcional e numérica de <i>Amblyseius aerialis</i> alimentados com <i>Tetranychus urticae</i>	65
4.3 Resultados e discussão	67
4.4 Conclusões	70
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), é considerado uma das mais importantes pragas agrícolas por ser uma espécie cosmopolita, polífaga, de alto potencial reprodutivo, ciclo biológico curto e alta capacidade de obter resistência aos acaricidas sintéticos. Pode ocorrer em cultivos de: algodão, feijão, milho, soja, mamão, maçã, uva, alface, batata, berinjela, melancia, melão, morango, pepino, tomate, além de plantas ornamentais (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001; ZHANG, 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

As injúrias causadas às plantas são observadas com maior frequência nos períodos de baixa precipitação pluviométrica e temperaturas elevadas. O ataque é mais intenso na face abaxial das folhas. Ao se alimentar o ácaro introduz o estilete no tecido vegetal, tomando o conteúdo celular extravasado. Além disso, podem inocular toxinas e inibidores de crescimento (MORAES; FLECHTMANN, 2008; MORO et al., 2012).

Como consequência da sua alimentação as folhas apresentam diversas pontuações claras na face abaxial assumindo um aspecto amarelado. As folhas geralmente secam e caem prematuramente, causando desfolha precoce das plantas (HICKEL, 2004), tem como consequência, em alguns casos de ataque severo, a morte da planta ou redução da área foliar com declínio da fotossíntese. Neste caso, ocorrerá o dispêndio de novos compostos para a substituição da folhagem, prejudicando a produção.

Dentre as medidas de controle adotadas para o ácaro rajado o controle químico ainda é o mais utilizado, no entanto seu uso indiscriminado pode causar efeitos indesejáveis ao meio ambiente, aos seus inimigos naturais e ao homem. A escolha e o manejo inadequado dos acaricidas químicos têm proporcionado à seleção de populações resistentes, ressurgência e surtos de pragas secundárias.

A utilização de métodos alternativos de controle de pragas vem se expandindo e ganhando grande relevância. Produtores e consumidores têm interesse na obtenção de produtos livre de resíduos de agrotóxicos, com boa aparência para a comercialização e que sejam produzidos com uma tecnologia ambientalmente segura (SILVA; BATISTA; BRITO, 2009). Portanto, o manejo integrado de pragas aliando diversas formas de controle como, o controle alternativo com produtos naturais de origem botânica e o controle biológico com a utilização de predadores, juntamente com a utilização de agrotóxicos que causem pouca ou nenhuma toxicidade aos inimigos naturais e ao homem, pode ser uma alternativa viável, quando bem planejada. E para que os programas de manejo integrado de pragas tenham

sucesso é imprescindível que os agrotóxicos apresentem seletividade aos organismos que controlam naturalmente as pragas, como é o caso dos ácaros predadores.

Os efeitos negativos causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos sintéticos podem ser atenuados com a utilização de produtos alternativos de origem botânica, devido a algumas características benéficas relativas à toxicidade, pois possuem degradação rápida o que geralmente pode reduzir o impacto aos inimigos naturais, ao homem e ao ambiente (BRITO et al., 2008). Esses produtos são derivados de plantas ou de parte delas (folhas, sementes, raízes e galhos), que são obtidos com a moagem e extração aquosa ou com solventes orgânicos, ou ainda através da destilação a vapor (WIESBROOK, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2006).

Produtos derivados de plantas, além de terem efeito inseticida/acaricida comprovado, apresentam vários compostos ativos que agem sinergicamente, apresentando características atraentes, desalojantes ou repelentes, entre outras que podem ser empregados em programas de manejo integrado de pragas, como alternativas para controle e monitoramento de populações de pragas (NAVARRO-SILVA; MARQUES; DUQUE, 2009).

Os estudos com inseticidas/acaricidas botânicos, especialmente com sementes de anonáceas, são importantes principalmente pela necessidade de se obter novos compostos para utilização no controle de pragas, que sejam menos agressivos ao meio ambiente, sem causar problemas de resíduos nos alimentos. Outro fator a se considerar é que evitam ou retardam a seleção de insetos e ácaros resistentes e, ainda, que geralmente não apresentem ação sobre organismos benéficos (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014).

As plantas da família Annonaceae são importantes comercialmente e dentre elas, encontra-se as espécies do gênero *Annona*, conhecidas popularmente como pinha, ata, cherimólia, marolo, fruta-de-conde, pinha-azedo, graviola e condessa (HEUSDEN, 1992).

As anonáceas apresentam em sua composição várias substâncias com potencial inseticida/acaricida, entre elas, as acetogeninas são as mais importantes por apresentarem bioatividade contra diversas espécies (ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999), sendo encontradas nas cascas de galhos, raízes e, principalmente, em sementes (BERMEJO et al., 2005; CASTILLO-SÁNCHEZ; JIMÉNEZ-OSORNIO; DELGADO-HERRERA, 2010).

Na literatura, são relatadas 42 espécies de Annonaceae com potencial inseticida/acaricida, distribuídas em 14 gêneros (*Annona*, *Artabotrys*, *Asimina*, *Cardiopetalum*, *Dennettia*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Monodora*, *Mkilua*, *Oxandra*, *Polyathia*, *Rollinia*, *Unonopsis* e *Xylopia*) com destaque para as espécies *Annona muricata* L. (graviola) e *Annona squamosa* L. (fruta-do-conde, pinha, ata), que atualmente são as mais utilizadas

para estudos de potencial inseticida/acaricida (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014). Estudos comprovaram a eficiência de extratos obtidos das sementes de graviola no controle de *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) e de lagartas de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2009; TRINDADE et al., 2011).

O sucesso obtido nos experimentos com extratos de sementes de graviola, a avaliação das características inseticidas/acaricidas dos compostos presentes nessa frutífera, o fato da obtenção dos agrotóxicos serem provenientes de recursos renováveis e o seu cultivo ser amplamente distribuído no país, especialmente no estado de Alagoas, traz a possibilidade de explorar o potencial quanto ao uso inseticida/acaricida desta anonácea.

Os ácaros da família Phytoseiidae (fitoseídeos) destacam-se quanto ao controle biológico, como os principais inimigos naturais de ácaros pragas. A espécie *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) é um ácaro generalista, que provavelmente pode contribuir na regulação natural de ácaros pragas, devido ao seu hábito alimentar e ampla distribuição, sendo comumente encontrado no Brasil em frutíferas, roseiras e fragmentos florestais (FORERO et al., 2008; NORONHA et al., 2010; SILVA et al., 2010; BOBOT et al., 2011). Esse predador pode se alimentar de pólen de algumas plantas como, *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) e *Typha angustifolia* L. (Typhaceae) e também de ácaros fitófagos, como *T. urticae* e *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Tenuipalpidae) (CASTILLO; NORONHA, 2008; FORERO, 2008).

Em função do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar extratos de sementes de graviola com potencial acaricida, selecionar o mais eficiente e posteriormente avaliar seu efeito repelente, ovicida e sua persistência. Além disso, objetiva-se avaliar o potencial de predação do ácaro fitoseídeo *A. aerialis* ao ácaro *T. urticae*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Classificação e morfologia geral dos ácaros

Os ácaros são Arthropoda, classificados como Chelicerata, da classe Arachnida e subclasse Acari. Essa subclasse é dividida em duas superordens conhecidas como Parasitiformes e Acariformes, compostas por seis ordens, com aproximadamente 400 famílias. Parasitiformes é composta pelas ordens Opilioacarida, Holothyrida, Ixodida e Mesostigmata e Acariformes, pelas ordens Trombidiformes e Sarcoptiformes (KRANTZ; WALTER, 2009).

Os ácaros são assim denominados em função da ausência de cabeça, corpo indiviso, e com apêndices locomotores, pernas, que podem variar em números, tamanho e função de acordo com as famílias. Geralmente, o mais comum são três pares de pernas no estágio de larva e quatro pares quando ninfas e adultos, com exceção dos pertencentes às famílias Podapolipidae, que apresentam três pares de pernas e Eriophyidae com dois pares de pernas em todas as suas fases móveis (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O corpo do ácaro é denominado idiossoma e na sua porção anterior encontra-se o gnatossoma onde se localiza a abertura oral, as quelíceras e os palpos. A região em que se localizam os dois pares de pernas anteriores é denominada propodossoma e a inserção dos dois pares posteriores é no metapodossoma; o opistosoma é a região posterior ao último par de pernas (AGUIAR-MENEZES et al., 2007; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Os ácaros são encontrados em diversos ecossistemas terrestres e aquáticos, têm hábito alimentar diversificado e apresentam importância tanto pelos danos que algumas espécies causam ao homem, animais e plantas, como pelos aspectos positivos que outras espécies possuem, como predadores de pragas agrícolas e auxiliares no processo de decomposição de materiais orgânicos (ROGGIA, 2007).

Dentre estes, os principais grupos de ácaros de interesse agrícola, encontram-se os fitófagos, especialmente os da família Tetranychidae, pelo potencial de causarem danos às plantas. Além disso, na ordem Mesostigmata estão os principais grupos de predadores, que são usados como agentes de controle biológico de ácaros-praga (SANTOS, 2008).

2.2 Aspectos gerais da família Tetranychidae

A família Tetranychidae está inserida na ordem Trombidiformes, subordem Prostigmata e compreende uma grande variedade de ácaros estritamente fitófagos, os quais se

alimentam através da inserção dos estiletes nos tecidos das folhas, preferencialmente na face abaxial, sugando o conteúdo celular extravasado (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Os tetraniquídeos são conhecidos por tecerem teias sobre as folhas nas quais se alimentam. A teia protege os ácaros de alguns predadores, pois estes não conseguem movimentar-se entre os fios da teia. Em alguns casos, impede o estabelecimento de outra espécie no mesmo lugar e protege a colônia contra as gotículas das chuvas. Além de facilitar na dispersão dos ácaros, através do processo conhecido como “balonismo”, no qual ocorre formação de teia em grande quantidade na parte superior da planta e acúmulo dos ácaros, que são dispersados pelo vento, ocorrendo quando as plantas estão altamente infestadas e os recursos alimentares tornam-se escassos (MORAES; FLECHTMANN, 2008; CLOTUCHE et al., 2011).

Dentre os ácaros tetraniquídeos, o ácaro rajado, *T. urticae*, é considerado, em nível mundial, como uma das pragas mais importantes, por provocar, nas plantas cultivadas, tanto em casa de vegetação, como em ambientes abertos, grandes perdas (MIRESMAILLI; ISMAN, 2006).

2.2.1 Importância e aspectos biológicos do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*

Dentre as espécies da família Tetranychidae, o *T. urticae* é considerado uma das mais importantes pragas agrícolas, por ser uma espécie cosmopolita e polífaga, podendo ocorrer em mais de 150 famílias de importância econômica, dentre 1.200 espécies de plantas em 70 gêneros (ZHANG, 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O seu nível de importância como praga está relacionado à alta capacidade de obter resistência aos acaricidas, devido a sua característica polífaga, alto potencial reprodutivo e ciclo biológico curto (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001).

O ácaro rajado apresenta coloração esverdeada, com um par de manchas laterais escuras. Os machos possuem as pernas mais longas e medem, aproximadamente, 0,25 mm de comprimento, diferindo das fêmeas, que são maiores, medindo 0,46 mm de comprimento. Os ovos apresentam coloração amarelada, formato esférico, normalmente são depositados nas teias ou diretamente nas folhas, próximos à nervura (BERNARDI et al., 2010).

O ácaro rajado passa pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (MORAES; FLECHTMANN, 2008). O seu desenvolvimento pode ser influenciado pela espécie de planta utilizada como hospedeira, assim como pode ocorrer variação

intraespecífica, em função dos diferentes genótipos utilizados nos cultivos comerciais (GRECO; PEREYRA; GUILLADE, 2006; MEENA et al., 2013).

Desta forma, o período de ovo a adulto varia de dez a doze dias (25°C), sendo que temperaturas elevadas (30°C) e baixa umidade relativa (<60%) reduzem o tempo para o desenvolvimento da praga, podendo ser completado em sete dias (ZHANG, 2003; NICASTRO; SATO, 2008; ESTEVES FILHO et al., 2010; MORO et al., 2012).

2.2.2 Injúrias e danos causados pelo ácaro rajado, *Tetranychus urticae*

O ataque de *T. urticae* em altas infestações pode causar descoloração de folhas, perda da capacidade fotossintética e queda prematura das folhas, eventualmente, morte de plantas. Além disso, o acúmulo de excrementos e teias pode afetar a aparência das plantas e seu valor comercial (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001).

Na cultura do mamão quando ocorre alta infestação, há redução da área fotossintética devido à necrose de tecidos foliares e queda prematura de folhas, principalmente as folhas maduras, conseqüentemente, compromete a produtividade da planta, além de prejudicar a qualidade dos frutos devido a maior exposição aos raios solares (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

No algodoeiro, o ácaro tem preferência pelas folhas mediana e basal, podendo atacar as folhas mais novas, quando a população é muito elevada. As folhas apresentam manchas avermelhadas a partir das nervuras, em seguida ocorre o aparecimento de áreas necrosadas e queda das folhas. A infestação inicial se dá em reboleiras e as plantas atacadas têm seu ciclo encurtado e a produção reduzida, produzindo maçãs pequenas e fibras de má qualidade. Quando o ataque ocorre em plantas logo após a germinação, o ácaro pode causar a perda total da cultura, pois inviabiliza seu crescimento, causando a morte das plantas (MORAES; FLECHTMANN, 2008; MIRANDA, 2010).

Nos últimos anos, no noroeste do estado de São Paulo, em videiras da região de Jales, têm sido registrados intensos ataques de *T. urticae* (VALADÃO, 2010). Seu ataque em videira produz áreas cloróticas na face abaxial das folhas, entre as nervuras principais, com necrose posterior, e na face adaxial surgem tons avermelhados, geralmente atacam as folhas mais velhas. Altas infestações podem causar desfolhamento, e o ataque aos cachos causa bronzeamento das bagas (BOTTON, 2005; OLIVEIRA; PARANHOS; MOREIRA, 2010).

No tomateiro, geralmente a consequência do ataque do ácaro é uma injúria mecânica causada pela perfuração das células e conseqüente morte das mesmas. As folhas danificadas

são prejudicadas pela perda de água e de clorofila levando-a a redução na intensidade de fotossíntese. Ataques intensos em época seca resultam em secamento de folhas, e, quando ocorrem plantios contínuos de tomate, os ácaros passam de uma cultura para a seguinte (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

No morangueiro é a principal praga, podendo reduzir a produção de frutos em até 80%, no ponto máximo de desenvolvimento da população, quando não controlado ou controlado de forma incorreta (FADINI; PALLINI; VENZON, 2004).

Na roseira o ataque de *T. urticae* causa manchas cloróticas nas folhas, acarretando em desfolhamento da planta e falta de florescimento. O ácaro pode depositar em média até 112 ovos, um número muito maior que aquele observado em outras ornamentais (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

A principal forma de controle de *T. urticae* é através do uso de acaricidas sintéticos, que nem sempre é eficiente, pois o manejo inadequado desses produtos tem proporcionado à seleção de populações resistentes, além da ressurgência da praga e aparecimento de pragas secundárias (SATO et al., 2005).

2.3 Métodos de controle do ácaro rajado, *Tetranychus urticae*

2.3.1 Controle químico

O Brasil ganhou o posto de maior consumidor de agrotóxicos do mundo, superando os Estados Unidos, segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (CARNEIRO; ALMEIDA, 2013). Nessa conquista, os acaricidas estão entre os produtos mais comercializados para controlar pragas.

A utilização de acaricidas químicos é a forma mais comum para o controle de ácaros na agricultura. Os acaricidas utilizados no controle de *T. urticae* são caracterizados por uma grande variedade de estruturas químicas e modos de ação encontrados entre os vários tipos de compostos que são tóxicos para os ácaros fitófagos (DEKEYSER, 2005; ATTIA et al., 2013).

Os acaricidas podem ter efeitos diretos e indiretos sobre os ácaros. Alguns podem causar mortalidade imediatamente, podem também afetar o desenvolvimento geral, inibindo o movimento, reduzindo o forrageamento ou diminuindo a taxa de oviposição (STEINER; SPOHR; GOODWIN, 2011).

No Brasil, são registrados 45 produtos comerciais para o controle de *T. urticae* (AGROFIT, 2014). Os acaricidas tetradifon, dicofol e fenpyroximate foram eficientes no

controle de ovos, dicofol e azocyclotin no controle de fêmeas adultas. Para as formas jovens destacaram-se azocyclotin, chlorfenapyr, fenpyroximate, dicofol e tetradifon (ESTEVEZ FILHO; OLIVEIRA; GONDIM JÚNIOR, 2008).

No entanto, *T. urticae* é capaz de desenvolver resistência aos compostos sintéticos, devido ao seu ciclo de vida curto, progênie abundante e alta capacidade reprodutiva (AY; YORULMAZ, 2010). Além disso, podem apresentar efeitos indesejáveis sobre organismos não alvos, causando mortalidade de polinizadores, predadores e parasitoides (BAPTISTA, 2007; ESTEVES FILHO, 2012; ATTIA et al., 2013). Podem deixar resíduos, causando impacto ambiental, devido à sua bioacumulação e persistência no solo (ATTIA et al., 2013).

2.3.2 Resistência de plantas

A utilização de cultivares resistentes para o controle de *T. urticae* pode ser de grande contribuição, pois é um método eficaz, visto que mantém as populações abaixo do nível de dano econômico. Esse tipo de controle possui efeito permanente sobre a população da praga, além de não afetar diretamente seus inimigos naturais (LARA, 1991).

As plantas podem apresentar três tipos de resistência: a antibiose, que ocorre quando a praga se alimenta normalmente da planta e esta exerce um efeito adverso sobre a biologia da praga, afetando direta ou indiretamente seu potencial de reprodução; a não-preferência, quando a planta é menos utilizada pela praga para alimentação, oviposição ou abrigo, do que outra planta em igualdade de condições e a tolerância, que é a capacidade própria da planta de suportar ou recuperar-se das injúrias produzidas pelo ataque da praga, a qual normalmente causaria sérios prejuízos a um hospedeiro mais suscetível (GALLO et al., 2002).

A detecção de plantas resistentes aos ácaros pode ser observada em função do menor desenvolvimento populacional das espécies em campo (não-preferência) (SILVA et al., 2011), ou por efeito negativo no ciclo biológico da praga (antibiose), verificado em experimentos de laboratório (DEHGHAN et al., 2009).

Valadão et al. (2012) estudaram a biologia de *T. urticae* nas cultivares de uvas finas, Itália e Benitaka, de uva rústica, Niagara Rosada e na cultivar 'Redimeire'. Na cultivar Niagara Rosada, o ácaro apresentou menor fecundidade e sobrevivência, indicando resistência por antibiose. Foi observada também resistência por não preferência.

Em outros estudos, cultivares de morango 'IAC Campinas' e 'IAC Princesa Isabel' foram consideradas como portadoras de resistência ao ácaro sob condições de casa de vegetação e de laboratório. Foram pouco colonizadas, apresentando sintomas de ataque

relativamente baixos em casa de vegetação e baixo índice de oviposição (LOURENÇÃO et al., 2000).

2.3.3 Controle biológico

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste no uso de inimigos naturais com o objetivo de diminuir a população de uma espécie praga abaixo do seu nível de dano econômico. O controle biológico existe naturalmente, mas o homem pode de alguma forma favorecer a ação de inimigos naturais, para reduzir os níveis de organismos indesejáveis (PARRA et al., 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Os ácaros predadores são os principais inimigos naturais de ácaros praga em diversas culturas (MORAES, 2002; SATO et al., 2007). Os ácaros da família Phytoseiidae são os mais encontrados em plantas no campo. Os ácaros da família Ascidae, Stigmaeidae, Bdellidae, Cheyletidae e Cunaxidae também podem ocorrer ocasionalmente (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O controle biológico com a utilização de ácaros predadores é bastante empregado na América do Norte e do Sul, na Ásia e na Europa. As espécies de fitoseídeos, *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), *Phytoseiulus macropilis* (Banks, 1905) e *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot, 1957) são as mais estudadas, pois são eficazes no controle de *T. urticae* em diversas culturas, sendo produzidas comercialmente, permitindo sua liberação nos cultivos (SATO et al., 2002; BERNARDI et al., 2010).

Outro predador comercializado é o *Feltiella acarisuga* (Vallot, 1827) (Diptera: Cecidomyiidae), que é amplamente utilizado em estufas. As fêmeas depositam seus ovos nas colônias de *T. urticae* e as larvas predam ovos, ninfas e adultos do ácaro. As larvas de *F. acarisuga* têm a capacidade de se alimentarem de até $124,5 \pm 4,2$ ovos do ácaro (GHADA; MOHAMED, 2013).

As fêmeas da joaninha *Stethorus punctillum* (Weise, 1891) (Coleoptera: Coccinellidae) têm mostrado eficiência no controle de *T. urticae*. Tanto larvas como adultos alimentam-se de todas as fases dos ácaros. Cada fêmea é capaz de depositar cerca de 100 ovos em sua vida (ROTT; PONSONBY 2000; BIDDINGER; WEBER; HULL, 2009).

Várias espécies predadoras de tripses do gênero *Scolothrips* (Thysanoptera: Thripidae) têm sido estudadas em relação a sua contribuição no controle de ácaros, especificamente *S. longicornis* (Priesner, 1926) (PAKAYARI; FATHIPOUR; ENKEGAARD, 2011). Os resultados de Pakayari et al. (2009) sugerem que o *S. longicornis* é

um bom predador para o controle de *T. urticae*, sendo mais eficiente em região onde a temperatura é frequentemente acima de 25 °C.

Alguns patógenos de ácaros tetraniquídeos também têm sido identificados em condições naturais, sendo em sua maioria vírus e fungos. Os fungos são os mais frequentemente encontrados, contribuindo para o controle em diferentes culturas (TAMAI; ALVES; NEVES, 1999).

Isolados de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin mostraram-se patogênicos ao *T. urticae* (TAMAI; ALVES; NEVES, 1999; TAMAI et al., 2002; GATARAYIHA; LAING; MILLER, 2010). No entanto, os isolados foram mais virulentos em temperaturas de 25, 30 e 35° C que a 20°C. O tempo letal para 50% de mortalidade (TL₅₀) e para 90% de mortalidade (TL₉₀) diminuiu com o aumento da temperatura (BUGEME et al., 2009).

2.3.4 Controle alternativo com acaricidas botânicos

A utilização de produtos derivados de partes de plantas para o controle de artrópodes pragas pode causar diversos efeitos sobre os mesmos, tais como repelência, inibição de oviposição e da alimentação, alterações no sistema hormonal, causando distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (ROEL, 2001).

Diversos produtos derivados de plantas têm ação acaricida comprovada sobre *T. urticae*. Produtos formulados à base de nim, como o Azamax[®], Neemseto[®] e Natuneem[®], que são extraídos das sementes da planta *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), são utilizados no controle de diversas pragas agrícolas, interferindo principalmente como fagoinibidor e no desenvolvimento dos insetos/ácaros. A azadiractina é o principal composto com atividade inseticida do nim, pertencente ao grupo dos limonoides (SCHLESENER et al., 2013).

O ácaro rajado sofreu mortalidade de 89,7% e 91,5% para Azamax[®] e Neemseto[®] respectivamente, na concentração de 0,5% (SCHLESENER et al., 2013).

O Natuneem apresentou mortalidade de 40,0 a 56,0% e repelência de 70,0 a 98% a *T. urticae* quando testado nas concentrações de 0,25; 0,50 e 1,00%. A viabilidade de ovos variou de 2,5 a 18,6% (BRITO et al., 2006).

Na busca de alternativas aos agrotóxicos, diversos óleos essenciais extraídos de plantas têm sido estudados. Óleos essenciais de *Micromeria fruticosa* L., *Nepeta racemosa* L. e *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae), plantas silvestres distribuídas principalmente na região leste da Anatólia na Turquia, em concentrações de (2 µL/L) com 120 horas de exposição dos

óleos, apresentaram porcentagem de mortalidade aos adultos e às ninfas de *T. urticae* de 96,7; 95,0 e 95,0%, respectivamente. Esses resultados mostram a eficiência dos óleos essenciais no controle do ácaro (ÇALMAŞUR; ASLAN; ŞAHIN, 2006).

Vieira et al. (2006) verificaram que extratos aquosos a 20% de *Mentha spicata* x *suaveolens* L. e *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) proporcionaram mortalidade acima de 90%, após 120 horas. Extratos hidroalcoólicos (20%) de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) e *Cissus sicyoides* L. (Vitaceae), bem como extrato aquoso de *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) ocasionaram mortalidade, após cinco dias, de 87,5; 83,3 e 87,5%, respectivamente. Extrato hidroalcoólico (20%) de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson (antigo *Eucalyptus citriodora* Hook.) (Myrtaceae) proporcionou mortalidade de 87% após 48 horas.

O óleo de *Deverra scoparia* Coss. & Durieu (Apiaceae), apresentou CL₅₀ e CL₉₀ de 1,79 e 3,2 mg/L, respectivamente. A fecundidade foi afetada em concentrações mais baixas, de 0,064 a 0,26 mg/L (ATTIA et al., 2011).

Óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* L. (Labiatae), *Allium sativum* L. (Alliaceae), *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider (Simmondsiaceae) e uma mistura de óleo vegetal (óleo de soja: óleo de girassol) nas concentrações 0,125; 0,5; 0,25; e 0,125 %, respectivamente, causaram diminuição na oviposição. Observaram-se ainda, alterações no desenvolvimento das ninfas, com exceção do óleo de *R. officinalis* (ISMAIL et al., 2011).

As CL₅₀ dos óleos de *Mentha longifolia* L., *Salvia officinalis* L. (Lamiaceae) e *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) estimadas para *T. urticae* foram de 20,08; 53,22 e 60,93 mL/L de ar, respectivamente. Para o óleo de folhas de *Piper aduncum* L. (Piperaceae) a CL₅₀, em testes de fumigação, foi de 0,01µL/L de ar e em teste de contato, foi de 7,17µL/mL. Os óleos também mostraram efeito repelente sobre o ácaro (MOTAZEDIAN; RAVAN; BANDANI, 2012; ARAÚJO et al., 2012).

O óleo de *Santalum album* L. (Santalaceae) (0,1%) causou 89,4 % de mortalidade, redução de 89,3 % na oviposição e repelência, durante pelo menos cinco horas, a *T. urticae* (ROH et al. 2011; ROH; PARK; PARK, 2012).

Os óleos essenciais obtidos a partir de frutos e folhas de *Xylopia sericea* St. Hill (Annonaceae), por meio de hidrodestilação, causaram a mortalidade de *T. urticae*, no entanto, o óleo das folhas foi mais eficiente com CL₅₀ igual a 4,08 µL/L de ar, enquanto a CL₅₀ dos frutos foi de 20,60 µL/L de ar, ambos após 72 horas (PONTES et al., 2007).

2.4 Aspectos gerais dos produtos de origem botânica

As plantas produzem diversos componentes orgânicos divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários possuem função estrutural, plástica e de armazenamento de energia. Os metabólitos secundários, produtos secundários ou produtos naturais, aparentemente não possuem relação com crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Os metabólitos secundários têm importantes funções ecológicas nas plantas e podem ser utilizados para sua defesa contra artrópodes pragas, por meio da síntese desses compostos com propriedades inseticidas/acaricidas, que podem provocar a morte e efeitos subletais a artrópodes pragas. Os inseticidas/acaricidas de origem botânica são produtos derivados dessas plantas ou de parte delas, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou seus produtos derivados obtidos por extração aquosa ou com solventes orgânicos (álcool, éter, acetona, clorofórmio, hexano, etc.), ou através da destilação ou hidrodestilação por arraste a vapor (WIESBROOK, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2006).

O controle de pragas é geralmente realizado com agrotóxicos sintéticos, que nem sempre são eficientes e podem acarretar diversos problemas, pois o uso intensivo e indiscriminado desses produtos pode favorecer o surgimento de pragas secundárias, o rápido desenvolvimento de populações de pragas resistentes aos agrotóxicos químicos, ressurgência de pragas, devido à elevada mortalidade de inimigos naturais, poluição do solo e água, além da contaminação de pessoas (SILVA et al., 2006; LOPES et al., 2008; SOARES et al., 2008; NICASTRO; SATO; SILVA, 2010; SHARMA, 2011).

Os efeitos negativos causados pelo uso de agrotóxicos químicos podem ser atenuados ou eliminados com a utilização de produtos naturais de origem botânica, devido a algumas características benéficas relativas à toxicidade, pois geralmente, possuem degradação rápida o que pode reduzir o impacto a organismos benéficos, ao homem e ao ambiente (BRITO et al., 2008). De acordo com Wiesbrook (2004) a degradação rápida é considerada também uma desvantagem, pois ocorre a necessidade de aplicação do produto com maior frequência. A toxicidade de alguns inseticidas como a rotenona e a nicotina, o custo elevado e a falta de informação sobre sua utilização de forma correta, são outros pontos negativos dos inseticidas/acaricidas botânicos.

Para um inseticida botânico ser considerado viável, deve preencher uma série de requisitos, como seletividade contra inimigos naturais (baixa toxicidade ambiental), baixa toxicidade a mamíferos, biodegradabilidade e ausência de fitotoxicidade. Entre os critérios

práticos que devem ser preenchidos, tem-se: fonte de matéria-prima abundante, baixo custo, facilidade para padronização dos compostos ativos em variedades naturais da planta-fonte e potencial para patentear a tecnologia de obtenção dos compostos inseticidas (CORRÊA; VIEIRA, 2007).

2.5 Anonáceas

2.5.1 Importância econômica das anonáceas

A família Annonaceae apresenta distribuição predominantemente tropical, possui cerca de 130 gêneros e 2300 espécies. Os gêneros mais representativos são: *Guatteria*, com 250 espécies; *Xylopi*a, 150 espécies; *Uvaria*, 110 espécies; *Annona*, 110 espécies; *Polyalthia*, 100 espécies; *Artabotrys*, 100 espécies e *Rollinia*, com 65 espécies (ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999). No Brasil, é representada por 26 gêneros, sendo sete endêmicos, com cerca de 260 espécies (MAAS et al., 2002).

As anonáceas são conhecidas principalmente por seus frutos comestíveis, tais como a pinha, fruta do conde ou ata (*A. squamosa* L.) e a graviola (*A. muricata* L.). Além disso, algumas espécies fornecem madeira própria para carpintaria e raízes utilizáveis como cortiça (*A. glabra* L., *A. crassiflora* Mart.); outras são consideradas medicinais (*A. spinescens* Mart., *A. foetida* Mart.) e ornamentais (*A. cacans* Warm. e *Xylopi*a *sericea* St. Hill.) (CORRÊA, 2005).

As anonáceas apresentam importância econômica em diversos países como Chile, México, Venezuela, Austrália e Brasil, devido ao seu alto preço alcançado no mercado e pela sua inserção no mercado europeu e americano. No Brasil, as anonáceas são encontradas desde o norte do país, até o estado de São Paulo. Na região nordeste, a Bahia é o principal produtor seguido dos estados de Pernambuco e Alagoas (BRAGA SOBRINHO, 2010).

2.5.2 *Annona muricata*

A graviola (*A. muricata*) é originária da América Central e ao norte da América do Sul, sendo introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI. Pode ser encontrada disseminada em toda faixa equatorial do planeta. É conhecida como “soursop” na língua inglesa, “guanabano” no idioma espanhol e “corossol” em francês (BRAGA SOBRINHO, 2010).

É importante por suas diversas aplicações na alimentação humana, para o consumo in natura, preparo de sorvetes, refrescos, doces, polpas, frutas cristalizadas, geleia, entre outros. Além disso, estudos têm sido realizados para avaliar propriedades medicinais de folhas, sementes e raízes (OLIVEIRA, 2001; SÃO JOSÉ, 2003).

O cultivo de graviola no estado de Alagoas pode ser encontrado desde o litoral até o sertão. A graviola é uma árvore com altura de 4 a 8 metros na fase adulta, possui caule único com ramificações assimétricas. Seu fruto é uma baga composta, múltiplo ou sincarpo, carnoso, de forma elipsoidal, ovoide, regular, assimétrico ou disforme no ápice, devido à polinização deficiente ou aos óvulos que não formam fecundados. As sementes são monoembriônicas, duras, lisas, obovoides e aplainadas, possuem a testa dura e cor castanha, medem de 11,2 a 20,5 mm de comprimento, pesam de 0,28 a 0,61 gramas e são encontradas em média mais de 95 sementes/fruto (MANICA et al., 2003).

2.5.3 Princípio ativo das anonáceas

Muitas espécies da família Annonaceae são utilizadas na medicina popular devido as suas propriedades farmacológicas atribuídas principalmente aos alcaloides, flavonoides e acetogeninas, principais constituintes bioativos encontrados em gêneros específicos de anonáceas (ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999; KOTAKE; OHTA, 2003; BERMEJO et al. 2005).

As acetogeninas são metabólitos secundários restritos à família Annonaceae. Elas são derivadas de ácidos graxos (C₃₃-C₃₇) e apresentam um número variável de anéis tetraidrofurânicos (THF) ou tetraidropirânicos (THP) ao longo da cadeia hidrocarbônica (ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999). Essas substâncias naturais bioativas apresentam importantes atividades biológicas tais como: citotóxica, antitumoral, pesticida, parasiticida, vermífida, antimicrobiana, imunossupressora, antiemética, inibidora do apetite e antimalárica (CAVÉ et al., 1997; ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999). Com relação às propriedades inseticidas as acetogeninas são inibidoras do transporte de elétrons mitocondrial, afetando a ação do NADH-ubiquinona oxireductase (ÁLVARES COLOM et al., 2007).

A primeira substância isolada dessa classe de compostos foi a uvaricina, que apresentava atividade antitumoral (JOLAD et al., 2007).

A asimicina, annonina e annonacina, são exemplos de acetogeninas promissoras na obtenção de substâncias protótipos com propriedades inseticidas naturais. A asimicina, isolada da espécie *Asimina triloba* L., apresentou elevada atividade contra os besouros

Epilachna varvestis Mulsant e *Acalymma vittatum* F. (Coleoptera: Coccinellidae e Crysomelidae), *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae), larvas de *Aedes aegypti* L. e *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera: Culicidae e Calliphoridae) e o nematoide *Caenorhabditis elegans* Maupas, 1900 (Nematoda: Rhabditida) (RUPRECHT et al., 2007).

Santos; Pimenta; Boa aventura (2007) isolaram duas classes de acetogeninas nas sementes da espécie *Annona cornifolia* A. St. Hil. (araticum-mirim), a esquamocina-L e esquamocina-M. As acetogeninas apresentaram atividade larvicida significativa sobre o microcrustáceo *Artemia salina* L., 1758 (Anostraca: Artemiidae), nas doses testadas.

2.5.4 Utilização de anonáceas no controle de pragas

Vários estudos sobre o efeito inseticida de extratos de anonáceas têm sido realizados, comprovando seu efeito tóxico. A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) obteve mortalidade de 82, 5% quando acrescentado em sua dieta extrato de *Rollinia silvatica* A. St.-Hil. na concentração de 100% (v/v). Para a *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae) o extrato mostrou-se altamente eficiente em todas as concentrações de 1/1 a 1/8 (v/v), inviabilizando inclusive a condução do experimento até o final do ciclo de vida dos insetos (MAIRESSE, 2005).

O extrato metanólico de folhas de *A. squamosa* nas concentrações 25, 50, 75 e 100 % foi eficaz no controle de barata, *Periplaneta americana* (L., 1758) (Blattodea: Blattidae) (KESETYANINGSIH, 2012).

Da mesma forma, o extrato obtido das sementes de *A. squamosa* através da extração com éter de petróleo, causou mortalidade em larvas do mosquito *Culex quinquefasciatus* (L., 1758) (Diptera: Culicidae), apresentando CL₅₀ igual a 674,41 ppm (GEORGE; VINCENT, 2005). A atividade larvicida também foi comprovada para o extrato etanólico de folhas sobre *Musca domestica* (L., 1758) (Diptera: Muscidae), apresentando CL₅₀ de 550 mgL⁻¹ (BEGUM; SHARMA; PANDEY, 2010).

O extrato aquoso de sementes de *A. squamosa* foi eficiente na mortalidade de ninfas e adultos de *Euschistus heros* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), em concentrações acima de 2,5%. Para os extratos de *A. coriacea* as concentrações que obtiveram maior mortalidade de ninfas foram aquelas acima de 5,0% e para adultos, aquelas acima de 2,5 % (MIKAMI, 2011). Os adultos de *E. heros* também apresentam alimentação reduzida em

vagens de feijão tratadas com o extrato metanólico de *A. crassiflora* nas concentrações de 4,0; 2,0 e 1,0% (OLIVEIRA; PEREIRA 2009).

O extrato etanólico de sementes de *A. coriacea* é capaz de interromper o desenvolvimento de ninfas e adultos de *Rhodnius neglectus* (Hemiptera: Reduviidae). As concentrações de 25, 50, 100 e 200 mg/mL causaram de 90 a 100% de mortalidade em adultos. Para as ninfas, as concentrações maiores de 100 e 200 mg/L causaram mortalidade de 80 e 93,3%, respectivamente. Nas concentrações mais baixas as ninfas apresentaram anormalidades morfológicas (CARNEIRO; PEREIRA; GALBIATI, 2013).

A concentração de 100 ppm do extrato de *A. coriacea* teve 100% de mortalidade para larvas de *A. aegypti* durante o período de 15 dias, no entanto, não houve eficiência na mortalidade de pupas e adultos (DILL; PEREIRA; COSTA, 2012). Para o mesmo inseto, o extrato da casca da raiz de *A. crassiflora* apresentou $CL_{50} = 0,71 \text{ mg mL}^{-1}$ e o extrato da semente de *Annona glabra* apresentou $CL_{50} = 0,06 \text{ mg mL}^{-1}$ (OMENA et al., 2007).

O extrato metanólico de semente de *A. coriacea* causou 100% de mortalidade em lagartas de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) nas concentrações de 8,0; 4,0; 2,0 e 1,0% (SILVA; PEREIRA; BENTO, 2007).

Os extratos hexânico, etanólico e metanólico de *A. coriacea* provocaram mortalidade de ninfas de terceiro instar de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) de 78 a 100% nas concentrações de 2, 4 e 8% (SOUZA; CORDEIRO; PEREIRA, 2007).

O extrato etanólico de *A. muricata* (5 mg.mL) causou 100% de mortalidade em lagartas de *P. xylostella*, quando expostas por até 12 dias. Nas concentrações mais baixas, também se observou que a viabilidade foi reduzida (TRINDADE et al., 2011). No controle de *R. microplus* em laboratório, o extrato alcoólico das sementes de *A. muricata* (2%) também apresentou eficácia de 100% (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2009).

Extratos etanólicos das cascas das raízes de *A. crassiflora* e *Duguetia furfurace* (A. St.-Hil.) Benth. & Hook. possuem atividade antiprotozoária, com valores de IC_{50} entre 0,3-10 mg / mL, para *Leishmania donovani* (Laveran & Mesnil, 1903) e *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) (Trypanosomatida: Trypanosomatidae) (MESQUITA et al., 2005).

Os extratos etanólicos de *Annona lutescens* Saff., *A. diversifolia* Saff. e *A. muricata* causaram mortalidade a larvas de *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae) de 87-94%, 70-90% e 63-74%, respectivamente, nas concentrações de 100, 1000 e 2000 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (GONZÁLEZ-ESQUINCA et al., 2012).

2.6 Aspectos gerais e importância da família Phytoseiidae

A família Phytoseiidae, da ordem Mesostigmata, são conhecidos principalmente por seu hábito predatório, no entanto, muitos se alimentam também de pólen, fungos, substâncias açucaradas secretadas por insetos sugadores, exsudatos de plantas etc (ZHANG, 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Os fitoseídeos foram classificados por McMurtry; Croft (1997), de acordo com seu comportamento alimentar e nível de especialização em relação às presas que atacam, em quatro grupos: grupo I: especializados na predação de ácaros do gênero *Tetranychus* Dufour, sendo constituído por espécies de *Phytoseiulus* Evans; grupo II: atacam preferencialmente ácaros da família Tetranychidae, constituído por espécies de *Galendromus* Muma, alguns *Neoseiulus* Hughes e poucos *Typhlodromus* Scheuten; grupo III: são generalistas, alimentam-se de ácaros de diferentes grupos, certos insetos e outros tipos de alimento, constituído por *Amblyseius* Berlese e *Typhlodromus* e algumas espécies de *Neoseiulus*; grupo IV: são generalistas preferindo pólen, mas também podem se alimentar de ácaros e insetos; constituído por espécies de *Euseius* Wainstein.

Os ácaros predadores são considerados os inimigos naturais mais efetivos no controle natural dos ácaros fitófagos. Os gêneros com maior número de espécies relatadas foram: *Amblyseius* (28 espécies), *Neoseiulus* (18), *Euseius* (12), *Typhlodromalus* (9), *Typhlodromips* (10), *Phytoseius* (8) e *Proprioseiopsis* (8) (MORAES et al., 2004).

2.6.1 Aspectos biológicos e morfológicos

Os ácaros fitoseídeos possuem em média 250-400 μ m de comprimento, pernas relativamente longas e quelíceras em forma de pinça. São predadores de movimentos rápidos, fototrópicos negativos, que buscam ativamente suas presas. Geralmente apresentam coloração palha, marrom ou avermelhada, em geral com uma única placa dorsal que tem até 24 pares de setas (MORAES et al., 2002).

Seu ciclo biológico inclui as fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Os ovos são alongados e translúcidos. Os estágios pós-embrionários geralmente são amarelados a marrons. O desenvolvimento da fase imatura normalmente ocorre em uma semana. Os adultos geralmente vivem entre 20 e 30 dias (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

As taxas de reprodução variam de acordo com a espécie e outros fatores, como a temperatura, umidade, alimentação, entre outros. Algumas espécies podem produzir até cinco ovos por dia (ZHANG, 2003).

2.6.2 Aspectos gerais do *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955)

O ácaro *A. aerialis*, é um predador generalista do grupo III, comumente encontrado em cultivos de frutíferas como citros e aceroleira no norte e nordeste do Brasil (NORONHA et al., 2010; BOBOT et al., 2011), em cultivos de roseiras (FORERO et al., 2008), cafezais e fragmentos florestais (SILVA et al., 2010).

As fêmeas medem cerca de 395 milímetros de comprimento e 285 milímetros de largura; o macho apresenta menor tamanho. O período de cópula pode durar até quatro horas, considerando a cópula, quando o macho e a fêmea se encontram na posição ventre-ventre (CASTILLO; NORONHA, 2008).

A espécie *A. aerialis* completa seu desenvolvimento de ovo a adulto em 6,80; 6,54 e 5,96 dias, quando alimentado com pólen de *R. communis*, pólen de *T. angustifolia* e ácaro fitófago *B. phoenicis*, respectivamente (CASTILLO; NORONHA, 2008).

Forero et al (2008), relataram a eficiência de *Amblyseius* sp. no controle biológico de ácaros fitófagos *T. urticae* e *B. phoenicis*.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 13 mai. 2014.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. et al. **Ácaros: Taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2007. 24 p.
- ALALI, F. Q.; LIU, X. X.; MCLAUGHLIN, J. L. Annonaceous acetogenins: recent progress. **Journal of Natural Products**, v. 62, p. 504-540, 1999.
- ÁLVARES COLOM, O. et al. Toxic effects of annonaceous acetogenins from *Annona cherimolia* (Magnoliales: Annonaceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Pest Science**, v. 80, p. 63-67, 2007.
- ARAÚJO, M. J. C. et al. Acaricidal activity and repellency of essential oil from *Piper aduncum* and its components against *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 139-155, 2012.
- ATTIA, S. et al. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. **Journal of Pest Science**, v. 86, p. 361-386, 2013.
- ATTIA, S. et al. Chemical composition and acaricidal properties of *Deverra scoparia* essential oil (Araliales: Apiaceae) and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 4, p. 1220-1228, 2011.
- AY, R.; YORULMAZ, S. Inheritance and detoxification enzyme levels in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) strain selected with chlorpyrifos. **Journal of Pest Science**, v. 83, p. 85-93, 2010.
- BAPTISTA, A. P. M. **Efeito de produtos fitossanitários utilizados em citros sobre operárias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2007.
- BEGUM, N.; SHARMA, B.; PANDEY, R. S. Evaluation of insecticidal efficacy of *Calotropis procera* and *Annona squamosa* ethanol extracts against *Musca domestica*. **Journal of Biofertilizers & Biopesticides**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2010.
- BERMEJO, A. et al. Acetogenins from Annonaceae: recent progress in isolation, synthesis and mechanisms of action. **Natural Product Reports**, v. 22, p. 269-303, 2005.
- BERNARDI, D. et al. **Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro**. Embrapa. Circular Técnica. Embrapa, Bento Gonçalves, RS, 2010. 8p.

BIDDINGER, D. J.; WEBER, D. C.; HULL, L. A. Coccinellidae as predators of mites: Stethorini in biological control. **Biological Control**, v. 51, p. 268-283, 2009.

BOBOT, T. E. et al. Mites (Arachnida, Acari) on *Citrus sinensis* L. Osbeck orange trees in the state of Amazonas, Northern Brazil. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, p. 557-566, 2011.

BOTTON, M. et al. **Pragas da videira**. Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná. Embrapa Uva e Vinho, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/pragas.htm>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

BRAGA SOBRINHO, R. **Potencial de exploração de anonáceas no nordeste do Brasil. EMBRAPA Agroindústria Tropical**. In: XI Agroflores- 17ª Semana Internacional da fruticultura. Floricultura e agroindústria. Fortaleza - CE, 2010.

BRITO, C. H. et al. Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no combate a Cochonilha do-carmim na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, p. 1-5, 2008.

BRITO, H. M. et al. Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 685-691, 2006.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Extratos de plantas no controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 4, p. 44-48, 2009.

BUGEME, D. M. et al. Influence of temperature on virulence of fungal isolates of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. **Mycopathologia**, v. 167, p. 221-227, 2009.

ÇALMAŞUR, Ö.; ASLAN, I.; ŞAHİN, F. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, v. 23, p. 140-146, 2006.

CARNEIRO, A. P.; PEREIRA, M. J. B.; GALBIATI, C. Biocide activity of *Annona coriacea* seeds extract on *Rhodnius neglectus* (Hemiptera: Reduviidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 61, n. 1, p. 419-427, 2013.

CARNEIRO, F. F.; ALMEIDA, V. E. S. **BRASIL é o país que mais usa agrotóxicos no mundo**. 2013. Disponível em: <http://www.conselhos.mg.gov.br/noticia>. Acesso em: 08 abr. 2014.

CASTILLO, A. B.; NORONHA, A. C. S. Estudio de los aspectos fundamentales de la biología de *Amblyseius aerialis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) en condiciones de laboratório. **Revista CitriFrut**, v. 25, n. 1, p. 45-62, 2008.

CASTILLO-SÁNCHEZ, L. H. C.; JIMÉNEZ-OSORNIO, J. J.; DELGADO-HERRERA, M. A. Secondary metabolites of the Annonaceae, Solanaceae and Meliaceae families used as biological control of insects. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 12, n. 3, p. 445-462, 2010.

CAVÉ, A. et al. **Progress in the chemistry of organic natural products**. Wien: Springer Verlag, 1997. 330p.

CLOTUCHE, G. et al. The formation of collective silk balls in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **PLOS ONE**, v. 6, n. 4, e18854, 2011.

CORRÊA, A. G.; VIEIRA, P. C. **Produtos naturais no controle de insetos**. 2. Ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007. 150p.

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. In: LOBÃO, A. Q.; ARAUJO, D. S. D.; KURTZ, B. C. Annonaceae das restingas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 85-96, 2005.

DEGHAN, M.S. et al. Fitness of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on different soybean cultivars: biology and fertility life-tables. **International Journal of Acarology**, v. 35, n. 4, p. 341-347, 2009.

DEKEYSER, M. A. Acaricide mode of action. **Pest Management Science**, v. 61, p. 103-110, 2005.

DEVINE, G. J.; BARBER, M.; DENHOLM, I. Incidence and inheritance of resistance to METI acaricides in European strains of the two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, v. 57, p. 443-448, 2001.

DILL, E. M.; PEREIRA, M. J. B.; COSTA, M. S. Efeito residual do extrato de *Annona coriacea* sobre *Aedes aegypti*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, n.4, p.595-601, 2012.

ESTEVEZ FILHO, A. B. et al. Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em Algodoeiro BollgardTM e Isolinha não-Transgênica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 338-344, 2010.

ESTEVEZ FILHO, A. B. **Toxicidade, efeito residual e repelência de acaricidas sintéticos e produtos naturais sobre *Tetranychus urticae* Koch e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) em algodoeiro**. 2012. 83f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2012.

ESTEVEZ FILHO, A. B.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C. Toxicidade de acaricidas sobre diferentes estágios de vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em mamoeiro. **BioAssay**, v. 3, n. 6, p. 1-6, 2008.

FADINI, M. A. M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1271-1277, 2004.

FORERO, G. et al. Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius* (Neoseiulus) sp. (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de rosas. **Agronomía Colombiana**, v. 26, n.1 p. 1-17, 2008.

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

- GATARAYIHA, M. C.; LAING, M. D.; MILLER, R. M. Effects of adjuvant and conidial concentration on the efficacy of *Beauveria bassiana* for the control of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 50, p. 217-229, 2010.
- GEORGE, S.; VINCENT, S. Comparative efficacy of *Annona squamosa* Linn. and *Pongamia glabra* Vent. to *Azadirachta indica* A. Juss against mosquitoes. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 42, p. 159-163, 2005.
- GHADA S. R.; MOHAMED, A. A. Biological characters of *Feltiella acarisuga* (Vallot) (Diptera: Cecidomyiidae) when fed on eggs of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 91, n. 1, p. 119-124, 2013.
- GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R. et al. In Vitro larvicidal evaluation of *Annona muricata* L., *A. diversifolia* Saff. and *A. lutescens* Saff. extracts against *Anastrepha ludens* larvae (Diptera, Tephritidae). **Interciencia**, v. 37, n. 4, p. 284-289, 2012.
- GRECO, N. M.; PEREYRA, P. C.; GUILLADE, A. Host-plant acceptance and performance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 130, n. 1, p. 32-36, 2006.
- HEUSDEN, E. C. H. Flowers of Annonaceae: morphology, classification and evolution. **Blumea Netherland**, v. 7, p. 1-218, 1992.
- HICKEL, E. R. **Pragas das frutas de clima temperado no Brasil**. Guia para a identificação de pragas e danos. Viçosa: UFV/Epagri, 2004. Disponível em: <<http://www.mipfrutas.ufv.br/PragasFruteiras.htm>>. Acesso em: 12 mai. 2014.
- ISMAIL, M. S. M. et al. Acaricidal activities of some essential and fixed oils on the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **Egyptian Academic Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 1, p. 41-48, 2011.
- JOLAD, S. D. et al. **Uvaricin, a new agent from *Uvaria accuminata* (Annonaceae)**. In: CORRÊA, A. G.; VIEIRA, P. C. Produtos naturais no controle de insetos. 2. Ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007. 150p.
- KESETYANINGSIH, T. W. **Efficacy of *Annona squamosa* leaf extract as an insecticide against cockroach (*Periplaneta americana*)**. In: International Conference: Research and application on traditional complementary and alternative medicine in health care (TCAM) 22 a 23, June, 2012 Surakarta Indonesia.
- KOTAKE, Y.; OHTA, S. MPP+ analogs acting on mitochondria and inducing neurodegeneration. **Current Medicinal Chemistry**, v. 10, p. 2507-2516, 2003.
- KRANTZ, G. W.; WALTER, D. E. **A manual of acarology**. 3. ed. Lubbock: Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. 2009. 807 p.
- KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 225-242, 2014.

- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo, Ícone, 2 ed., p. 45-97, 1991.
- LOPES, E. B. et al. **Manejo integrado da cochonilha-do-carmim na Paraíba**. Relatório anual de pesquisa e experimentação. Lagoa Seca, EMEPA-PB, 2008. 35p.
- LOURENÇÃO, A. L. et al. Resistência de Morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 339-346, 2000.
- MAAS, P. J. M. et al. Annonaceae of eastern and south-eastern Brazil (Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo e Rio de Janeiro). **Rodriguésia**, v. 52, n. 80, p. 61-94. 2002.
- MAIRESSE, L. A. S. **Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais, enquanto excipientes de aleloquímicos**. 2005. 330 f. Tese (Doutorado em Produção vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- MANICA, I. et al. **Frutas anonáceas: ata ou pinha, atemólia, cherimólia e graviola. Tecnologia de produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre, 2003. 559p.
- McMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 291-321, 1997.
- MEENA; N. K. et al. Biology and seasonal abundance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on orchids and rose. **Phytoparasitica**, v. 41, p. 597-609, 2013.
- MESQUITA, M. L. et al. Antileishmanial and trypanocidal activity of Brazilian Cerrado plants. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 7, p. 783-787, 2005.
- MIKAMI, A. Y. **Mortalidade do percevejo *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) provocada por extrato de semente de *Tephrosia* sp. (Fabaceae) e de anonáceas**. 2011. 61f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.
- MIRANDA, J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros**. Circular Técnica. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2010. 37p.
- MIRESMAILLI, S.; ISMAN, M. B. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 6, p. 2015-202, 2006.
- MORAES, G. J. **Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores**. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 225-237, 2002.
- MORAES, G. J. et al. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v. 434, p. 1-494, 2004.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MORO, L. B. et al. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 487-493, 2012.

MOTAZEDIAN, N.; RAVAN, S.; BANDANI, A. R. Toxicity and repellency effects of three essential oils against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, p. 275-284, 2012.

NAVARRO-SILVA, M. A.; MARQUES, F. A.; DUQUE, J. E. L. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 1-6, 2009.

NICASTRO, R. L.; SATO, M. E. Biologia comparada de linhagens de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) resistente e suscetível a milbemectin. **Biológico**, v. 70, n. 2, p. 107-216, 2008.

NICASTRO, R. L.; SATO, M. E.; SILVA, M. Z. da. Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin. **Experimental and Applied Acarology**, v. 50, p. 231-241, 2010.

NORONHA, A. C. S. et al. Ácaros (Acari) em mudas de aceloreira. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 36, p. 189-195, 2010.

OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, M. J. B. Efeito antialimentar do extrato metanólico de *Annona crassiflora* Mart. sobre o percevejo marrom *Euschistus heros* (Fabr. 1798) (Heteroptera: Pentatomidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2633-2636, 2009.

OLIVEIRA, J. E. M.; PARANHOS, B. A. J.; MOREIRA, A. N. **Cultivo da videira: pragas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/pragashtml#3>. Acesso em: 08 abr. 2014.

OLIVEIRA, M. A. S. **Graviola**. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 78 p.

OMENA, M. C. et al. Larvicidal activities against *Aedes aegypti* of some Brazilian medicinal plants. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 2549-2556, 2007.

PAKAYARI, H. et al. Temperature- dependent functional response of *Scolothrips longicornis* Priesner (Thysanoptera: Thripidae) preying on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 12, p. 23-26, 2009.

PAKAYARI, H.; FATHIPOUR, Y.; ENKEGAARD, A. Estimating development and temperature thresholds of *Scolothrips longicornis* (Thysanoptera: Thripidae) on eggs of two spotted spider mite using linear and nonlinear models. **Journal of Pest Science**, v. 84, p. 153-163, 2011.

PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

PONTES, W. J. T. et al. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopia sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 838-841, 2007.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 1, n. 2, p. 43-50, 2001.

ROGGIA, S. **Ácaros tetraníquídeos (Prostigmata: Tetranychidae) associados à soja no Rio Grande do Sul: Ocorrência, identificação de espécies e efeito de cultivares e de plantas daninhas**. 2007. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2007.

ROH, H. S. et al. Acaricidal and oviposition deterring effects of santalol identified in sandalwood oil against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Pest Science**, v. 84, p.495-501, 2011.

ROH, H. S.; PARK, K. C.; PARK, C. G. Repellent effect of santalol from sandalwood oil against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 2, p. 379-385, 2012.

ROTT, A. S.; PONSONBY, D. J. Improving the control of *Tetranychus urticae* on edible glasshouse crops using a specialist coccinellid (*Stethorus punctillum* Weise) and a generalist mite (*Amblyseius californicus* McGregor) as biocontrol agents. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, p. 87-498, 2000.

RUPRECHT, J. K. et al. **Asimicin, a new cytotoxic and pesticidal acetogenin from the pawpaw, *Asimicina triloba* (Annonaceae)**. In: CORRÊA, A. G.; VIEIRA, P. C. Produtos naturais no controle de insetos. 2. Ed. São Carlos: EdUFSCar, 2007. 150p.

SANTOS, L. A. R.; PIMENTA, L. P. S.; BOAVENTURA, M. A. D. Acetogeninas de anonáceas bioativas isoladas das sementes de *Annona cornifolia* A. St - Hil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, p. 48-51, 2007.

SANTOS, R. M. V. **Diversidade de ácaros (Arachnida: Acari) Associados às flores tropicais na região litoral sul da Bahia e avaliação de produtos naturais para o controle de *Tetranychus abacae* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae)**. 2008. 96f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2008.

SÃO JOSÉ, A. R. **Cultivo e mercado da graviola**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 36 p.

SATO, M. E. et al. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. **Experimental and Applied Acarology**, v. 42, n. 2, p. 107-120, 2007.

SATO, M. E. et al. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 449-456, 2002.

SATO, M.E. et al. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): Selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 1-8, 2005.

SHARMA, H. C. Biotechnological approaches for pest management and ecological sustainability. In: ALVES, D. S. et al. Plants extracts as an alternative to control *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 1, p. 123-128, 2011.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Atividade inseticida do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista Verde**, v. 4, n. 4, p. 7-15, 2009.

SILVA, A.P. T.; PEREIRA, M. J. B.; BENTO, L. F. Extrato metanólico da semente de araticum (*Annona coriacea*) (Mart.) sobre a mortalidade da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1150-1153, 2007.

SILVA, E. A. et al. Fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) associados à cafezais e fragmentos florestais vizinhos. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1146-1153, 2010.

SILVA, F. R. et al. Toxicidade de acaricidas para ovos e fêmeas adultas de *Euseius alatus* Deleon (Acari: Phytoseiidae). **Caatinga**, v. 19, p. 294-303, 2006.

SILVA, H.A.S. et al. Clones de seringueira com resistência a ácaros. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 383-388, 2011.

SCHLESENER, D. C. H. et al. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 59-66, 2013.

SOARES, C. G. et al. Efeito de óleos e extratos aquosos de *Azadirachta indica* A. Juss e *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre *Nasutitermes corniger* Motschuls (Isoptera: Termitidae). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 50, p. 107-116, 2008.

SOUZA, E. M.; CORDEIRO, J. R.; PEREIRA, M. J. B. Avaliação da atividade inseticida dos diferentes extratos das sementes de *Annona coriacea* sobre *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1107-1110, 2007.

STEINER, M. Y.; SPOHR, L. J.; GOODWIN, S. Impact of two formulations of the acaricide bifentazate on the spider mite predator *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 50, p. 99-105, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006. 764p.

TAMAI, M. A. et al. Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 3, p. 77-84, 2002.

TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; NEVES, P. J. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. ao ácaro *Tetranychus urticae* Koch. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 2, p. 285-288, 1999.

TRINDADE; R. C. P. et al. Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 37, n. 2, p. 223-227, 2011.

VALADÃO, G. S. et al. Resistência de cultivares de videira ao ácaro-rajado *Tetranychus urticae* na região de Jales, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1051-1058, 2012.

VALADÃO, G.S. **Ocorrência sazonal da acarofauna em videira no município de Jales SP, e avaliação de resistência de variedades a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**. 2010. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2010.

VIEIRA, M. R. et al. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 210-217, 2006.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, v. 17, n. 3, p. 1-8, 2004.

ZHANG, Z. Q. **Mites in greenhouse: identification, biology and control**. Cambridge: CABI, 2003. 244 p.

3 EFEITO ACARICIDA, OVICIDA, REPELÊNCIA E PERSISTÊNCIA DE EXTRATOS DE SEMENTE DE *Annona muricata* L. (Annonaceae) A *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae)

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito dos extratos aquoso e orgânico (hexânico e etanólico) de semente de *Annona muricata* (Annonaceae) e do acaricida químico Abamectin Nortox[®] na concentração comercial (100mL/100L) sobre o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) utilizando discos de 5,0 cm de diâmetro de folhas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis*, como substrato. O extrato etanólico foi o que apresentou maior toxicidade ao ácaro, com CL₅₀ estimada em 0,2% (v/v), seguido do extrato hexânico e do aquoso, com CL₅₀ estimada em 0,4% (v/v) e 13,0% (m/v), respectivamente. A razão de toxicidade para a CL₅₀ do extrato etanólico foi de 2,0 e 65,0 em relação aos extratos hexânico e aquoso, respectivamente. O abamectina causou 40,0% de mortalidade a *T. urticae*. Para o extrato etanólico, foi avaliado o seu efeito repelente, ovicida e sua persistência. As concentrações 0,07; 0,1 e 0,2% (v/v), assim como o acaricida químico tiveram efeito neutro sobre *T. urticae* e as concentrações 0,4; 0,6 e 1,4% (v/v) foram repelentes. A viabilidade dos ovos foi avaliada, diariamente, durante 144 horas, após pulverização sobre ovos, com a solução do extrato etanólico (CL₉₉), abamectina e testemunha, apresentando 9,5; 76,5 e 91,5% de viabilidade, respectivamente. Para a persistência, plantas de feijão-de-porco foram pulverizadas com solução do extrato etanólico (CL₉₉), do abamectina e testemunha, e após 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após aplicação, foram transferidos ácaros para discos foliares das plantas pulverizadas. A mortalidade foi avaliada, diariamente, durante o período de 120 horas. O extrato etanólico apresentou persistência até 120 horas após aplicação, com mortalidade acima de 80,0% e o controle químico apresentou persistência até 48 horas após aplicação com mortalidade de 47,3%. Desta forma, extrato etanólico de semente de graviola mostrou-se uma opção ao controle de *T. urticae*, apresentando efeito letal, repelente, ovicida, além de persistência.

Palavras-chave: Ácaro rajado. Acaricida botânico. Graviola.

ABSTRACT

The aim of the work was evaluate the effect of aqueous and organic extracts (hexanic and ethanolic) seed of *Annona muricata* L. (Annonaceae) and chemical acaricide Abamectin Nortox[®] at recommended concentration (100mL/100L) on spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch,1836) (Acari: Tetranychidae) using disks of 5.0 cm diameter jack bean leaf, *Canavalia ensiformis*, as substrate. The ethanolic extract showed the highest toxicity to the mite, with LC₅₀ estimated at 0.2% (v/v), followed by the hexanic extract and aqueous, with LC₅₀ estimated at 0.4% (v/v) and 13.0% (m/v), respectively. The reason for the toxicity LC₅₀ of the ethanolic extract was 2.0 and 65.0 in relation to the hexanic and aqueous extracts, respectively. The abamectina caused 40.0% mortality to *T. urticae*. For the ethanolic extract, was evaluated its repellent effects, ovicidal and its persistence. The concentrations 0.07, 0.1, 0.2% (v/v) and the acaricide had a neutral effect on *T. urticae* and the concentrations 0.4; 0.6 and 1.4% (v/v) were repellents. Egg viability was evaluated, daily, for 144 hours after spraying on eggs, with the solution of the ethanolic extract (LC₉₉), abamectina and control, with 9.5, 76.5 and 91.5% of viability, respectively. To the persistence, the jack bean plants were sprayed with a solution of ethanolic extract (LC₉₉), abamectina and control, and after of 0, 24, 48, 72, 96 and 120 hours after application, spider mite were transferred for leaf discs sprayed plants. The mortality was evaluated, daily, for the duration of 120 hours. The ethanolic extract showed persistence until 120 hours after application, with a mortality rate above 80.0% and chemical control had persistent until 48 hours after application with a mortality of 47.3%. Thus, ethanolic seed extract of soursop showed up an option to control the *T. urticae*, presenting effect lethal, repellent, ovicidal, and persistence.

Keywords: Spider mite. Botanical acaricide. Soursop.

3.1 Introdução

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), é uma das pragas mais importantes em nível mundial, provocando perdas consideráveis em cultivos no campo e em casa de vegetação (MIRESMAILLI; ISMAN, 2006). Infestando inúmeras culturas economicamente importantes como o algodoeiro, macieira, videira, feijoeiro, morangueiro, mamoeiro, tomateiro, além de outras hortaliças, plantas ornamentais e medicinais (ZHANG, 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O seu nível de importância como praga está relacionado à alta capacidade de obter resistência aos acaricidas químicos, devido a sua característica polífaga, alto potencial reprodutivo e ciclo biológico curto (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001).

Esses tetraniquídeos se alimentam através da inserção dos estiletos nos tecidos das folhas, preferencialmente na face abaxial, sugando o conteúdo celular extravasado (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Como consequência, em altas infestações, podem causar descoloração de folhas, perda da capacidade fotossintética e, eventualmente, morte de folhas e plantas. Além disso, o acúmulo de excrementos e teias pode afetar a aparência das plantas e seu valor comercial (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001).

São vários os métodos de controle utilizados para o *T. urticae*, entre os quais o controle biológico, plantas resistentes, acaricidas botânicos e o controle químico. No entanto, este método ainda é o mais utilizado, porém, em muitas situações tem se mostrado ineficiente, pois o uso intensivo de acaricidas tem selecionado populações de ácaros resistentes (SATO et al., 2005; SATO et al., 2007), além de causar ressurgência de pragas, devido à mortalidade dos inimigos naturais (FERLA; MORAES, 2006; MARSARO JÚNIOR et al., 2012).

Esses efeitos podem ser atenuados ou eliminados com a utilização de acaricidas botânicos, devido a algumas características peculiares relativas à toxicidade, degradação rápida, o que pode reduzir o impacto aos inimigos naturais, ao homem e ao ambiente (BRITO et al., 2008). Além disso, por serem produtos naturais provenientes de recursos renováveis e compostos de uma mistura de vários componentes bioativos, agindo sinergicamente, previnem a seleção de pragas resistentes (ROEL, 2001; BARRETO, 2005).

Esses produtos agem de diversas formas sobre a praga provocando repelência, inibição de oviposição e da alimentação, distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade (ROEL, 2001).

Na literatura, são relatadas 42 espécies de Annonaceae com potencial inseticida/acaricida, distribuídas em 14 gêneros (*Annona*, *Artabotrys*, *Asimina*,

Cardiopetalum, *Dennettia*, *Duguetia*, *Guatteria*, *Monodora*, *Mkilua*, *Oxandra*, *Polyathia*, *Rollinia*, *Unonopsis* e *Xylopia*) com destaque para as espécies *A. muricata* (graviola) e *A. squamosa* (fruta-do-conde, pinha, ata) que atualmente são as espécies mais utilizadas (KRINSKI; MASSAROLI; MACHADO, 2014).

Diversas espécies de vegetais são estudadas, confirmando a sua ação sobre artrópodes pragas. Entre elas, as espécies da família Annonaceae, como por exemplo, extratos obtidos de sementes de graviola, *A. muricata* tem mostrado eficiência no controle de *R. microplus* e de lagartas de *P. xylostella* (BROGLIO-MICHELETTI et al., 2009; TRINDADE et al., 2011).

As acetogeninas, presentes nas anonáceas, são metabólitos secundários com potencial inseticida/acaricida. São consideradas as substâncias mais importantes por apresentarem bioatividade contra diversas espécies (ALALI; LIU; MCLAUGHLIN, 1999), sendo encontradas nas cascas de galhos, raízes e, principalmente, em sementes (BERMEJO et al., 2005; CASTILLO-SÁNCHEZ; JIMÉNEZ-OSORNIO; DELGADO-HERRERA, 2010).

A graviola é originária da América Central e ao norte da América do Sul, no Brasil foi introduzida pelos portugueses no século XVI. Encontra-se disseminada em toda a faixa equatorial do planeta. O cultivo de graviola no estado de Alagoas pode ser encontrado desde o litoral até o sertão (BRAGA SOBRINHO, 2010).

É cultura importante por suas diversas utilidades na alimentação humana, para o consumo natural, preparo de sorvetes, refrescos, doces, polpas, frutas cristalizadas, geleia, entre outros. Além disso, estudos têm sido realizados para avaliar propriedades medicinais de folhas, sementes e raízes (OLIVEIRA, 2001; SÃO JOSÉ, 2003).

Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial acaricida de extratos de sementes de *A. muricata* no controle do ácaro rajado, *T. urticae*.

3.2 Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia: Controle Alternativo de Pragas e em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL, em Rio Largo – AL.

3.2.1 Obtenção e criação do ácaro *Tetranychus urticae*

O ácaro foi proveniente de roseiras infestadas obtidas em floriculturas na cidade de Macéio - AL, no ano de 2013.

No laboratório, folhas com injúrias causadas pelo ácaro foram examinadas em microscópio estereoscópico e após a identificação através de características morfológicas e da montagem de lâmina para confirmação da espécie, estabeleceu-se a criação, que foi mantida em laboratório a temperatura ambiente de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

A alimentação do ácaro foi efetuada em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC) (Fabaceae) cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de 5L, contendo uma mistura de solo, bagaço de coco, adubo 10-10-10 e esterco bovino, em casa de vegetação, a temperatura de $29 \pm 1^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$ de umidade relativa.

Após um período de 12 dias, vasos com as plantas foram colocados em gaiolas de criação de 0,50 x 0,50 x 0,50 m cobertas por tela antiafídeos, em laboratório, e infestados com os ácaros. Vasos contendo plantas novas foram colocados nas gaiolas, assim que a população da praga iniciava a formação de teias para se dispersar.

3.2.2 Obtenção das sementes e preparo dos extratos de *Annona muricata*

Sementes de *A. muricata* foram coletadas em fábricas de polpas de frutas em Anadia - AL. Após retirada dos resíduos de polpa das sementes, estas foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas para secagem em estufa com circulação de ar a temperatura de 50°C por sete dias. Em seguida, foram trituradas em moinho de facas tipo Wiley para a obtenção do pó, que foi devidamente armazenado em recipientes de vidro hermeticamente fechados até o preparo dos extratos (Figuras 1A, 1B e 1C). Uma exsicata da planta foi depositada no herbário do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA), em Maceió – AL, sob o número MAC 34903.

Os extratos foram preparados no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais da UFAL. Para os extratos orgânicos utilizou-se 6 kg do pó das sementes, sendo submetido à extração a frio em percolador de aço inoxidável, primeiramente com hexano [CH₃(CH₂)₄CH₃] (8 litros), durante 24 horas, depois sobre a torta resultante dessa extração acrescentou-se etanol (CH₃CH₂OH) para a extração à frio por três vezes durante 72 horas. Na primeira, segunda e terceira extrações utilizaram-se 6,0; 6,6 e 5,0 litros de etanol, respectivamente. O material foi filtrado e posteriormente concentrado em rotavapor a 50°C, à pressão reduzida (Figura 1D e 1E).

Figura 1. Semente de graviola após secagem em estufa (A); moinho para trituração das sementes (B); pó obtido da trituração (C); material sendo filtrado em percolador (D) e concentrado em rotavapor (E); extratos obtidos (F).



Fonte: Autora, 2014.

Os resíduos concentrados obtidos das frações hexânica e etanólica foram colocados em frasco de vidro devidamente etiquetados e acondicionados em capela para a evaporação máxima dos solventes. Em seguida, foram vedados e armazenados em temperatura ambiente (Figura 1F).

Para o preparo do extrato aquoso, o pó das sementes foi submetido à extração com água, em percolador de aço inoxidável, permanecendo por 48 horas, em seguida filtrado e ajustado com as concentrações a serem testadas.

3.2.3 Toxicidade dos extratos para o *Tetranychus urticae*

Foram realizados pré-testes com os extratos aquoso e orgânico (hexânico e etanólico) em diferentes concentrações para determinar valores próximos do limite superior, onde causou aproximadamente 100% de mortalidade, e próximos do limite inferior, onde não causou mortalidade. As soluções dos extratos aquoso e orgânico (hexânico e etanólico) foram solubilizadas em água destilada acrescentando-se o emulsificante Tween 80 (0,05%). Para o extrato aquoso as concentrações testadas foram: 10, 15, 20, 25, 30 e 35% (m/v), para o hexânico: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2% (v/v) e para o extrato etanólico as concentrações testadas foram: 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0% (v/v). Utilizou-se como testemunha, solução de água destilada e Tween 80(0,05%).

Foram confeccionados discos foliares (arenas) de 5,0 cm de diâmetro com folhas de feijão-de-porco, os quais foram pulverizados com os extratos em diferentes concentrações, utilizando-se torre de Potter (POTTER, 1952) (Figura 2A). A aplicação foi realizada a uma pressão de 5 psi/pol² utilizando-se um volume de calda de 2,3 mL, correspondendo a um depósito de $1,9 \pm 0,37$ mg/cm². Esta quantidade aplicada está de acordo com o recomendado pela IOBC/WPRS (International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants/ West Palearctic Regional Section) e representa o que ocorre no campo (REIS et al., 1998).

Em seguida, as arenas foram colocadas para secar sobre papel toalha à temperatura ambiente durante uma hora e transferidas para placas de Petri (8,5 cm de diâmetro) contendo água destilada para evitar a fuga dos ácaros. No centro de cada arena foi feito um orifício para passagem de um alfinete colado no fundo da placa de Petri por uma cola de silicone (2B). Desta forma, as arenas permaneciam sem tocar na parede da placa, deslocando-se apenas com o nível da água (REIS; ALVES 1997). Um total de 10 fêmeas do ácaro rajado foi transferido para cada arena (repetição), totalizando seis repetições por concentração.

A mortalidade dos ácaros foi avaliada 72 horas após a pulverização, sendo considerados mortos quando não conseguiam se mover a uma distância equivalente ao comprimento de seu corpo (STARK et al. 1997; SATO et al 2002). As concentrações letais (CL_s) foram estimadas pelo programa estatístico SAS (SAS Institute 2003). Os resultados

foram comparados com a testemunha e com o acaricida Abamectin Nortox[®] (abamectina) na dosagem comercial (100mL/100L).

Figura 2. Pulverização de discos foliares em Torre de Potter (A); disposição das arenas (B).



Fonte: Autora, 2014.

3.2.4 Repelência do extrato etanólico de *Annona muricata* em *Tetranychus urticae*

Para o teste de repelência foi utilizado o extrato etanólico e o abamectina. Nas soluções adicionou-se Tween 80 (0,05%). Foram confeccionados discos de folhas de feijão-de-porco de 5,0 cm de diâmetro. Os discos foram imersos durante cinco segundos em cada tratamento ou na testemunha, em seguida foram colocados lado a lado, e conectados por uma lamínula de vidro (18 x 18 mm). Esse conjunto foi disposto sobre papel de filtro saturado em água destilada no interior de placas de Petri (14 cm de diâmetro), segundo metodologia adaptada de Esteves Filho et al. (2010).

Os tratamentos utilizados foram: extrato etanólico vs testemunha e abamectina vs testemunha com 15 repetições. As concentrações testadas foram aquelas obtidas na curva de concentração-resposta, equivalentes as CL_s 10, 20, 50, 75, 90 e 99 do extrato etanólico e para o abamectina usou-se a dosagem comercial.

Na porção mediana da lamínula foram liberadas dez fêmeas de *T. urticae*, obtidas da criação, e após duas horas avaliou-se o número de fêmeas em cada disco.

O índice de Repelência (IR) foi calculado de acordo com a fórmula: $IR = 2G/(G+P)$ de acordo com Kogan e Goeden (1970), onde G é o número de ácaros no tratamento e P é o número de ácaros no controle. O intervalo de segurança utilizado para considerar se o

tratamento foi ou não repelente é obtido a partir da média dos IR calculado e seu respectivo desvio padrão (DP). Seguindo-se os padrões para o índice em questão, como seguem: se a média do IR for menor que $1 - DP$, o extrato é repelente. Se a média for maior que $1 + DP$ o extrato é atraente e se a média estiver entre $1 - DP$ e $1 + DP$ o extrato é considerado neutro.

3.2.5 Efeito ovicida do extrato etanólico de *Annoa muricata*

Fêmeas de *T.urticae* foram transferidas para discos de folhas de feijão-de-porco de 3,0 cm de diâmetro dispostos em placas de Petri (14 cm de diâmetro), contendo algodão hidrófilo umedecido. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas e deixados 10 ovos por disco. Estes foram pulverizados com o extrato etanólico (CL₉₉), abamectina e testemunha, utilizando-se torre de Potter (POTTER, 1952).

A aplicação foi realizada a uma pressão de 5 psi/pol² utilizando-se um volume de calda de 2,3 mL, correspondendo a um depósito de $1,9 \pm 0,37$ mg/cm². Esta quantidade aplicada está de acordo o recomendado pela IOBC/WPRS (International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants/ West Palearctic Regional Section) e representa o que ocorre no campo (REIS et al., 1998). Foram utilizadas 20 repetições para cada tratamento. A avaliação da eclosão das larvas foi realizada diariamente até 144 h após a instalação do experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2014).

3.2.6 Persistência do extrato etanólico de *Annona muricata* na mortalidade de *Tetranychus urticae*

Um total de 10 plantas de feijão-de-porco, cultivadas em vasos, com 12 dias após a germinação, foram pulverizadas com cada tratamento (CL₉₉ do extrato etanólico, abamectina e testemunha) utilizando-se pulverizador manual (1,5 litros de capacidade) até o molhamento total das folhas, depositando-se um volume de calda de 26 mL/planta. Após diferentes períodos, retiraram-se das plantas tratadas, discos foliares de 5,0 cm de diâmetro. As plantas foram mantidas em casa de vegetação a $29 \pm 1^\circ\text{C}$ e $60 \pm 5\%$ de U.R.

Foram utilizadas 15 repetições para cada tratamento, cada uma constituída por uma placa de Petri, contendo água destilada para evitar a fuga dos ácaros. No centro de cada disco foi feito um orifício para passagem de um alfinete colado no fundo da placa de Petri por cola

de silicone. Desta forma, os discos foliares permaneciam sem tocar na parede da placa, deslocando-se apenas com o nível da água (REIS; ALVES 1997).

Para cada disco foram transferidas 10 fêmeas adultas de *T. urticae*, a intervalos variáveis de tempo, sendo: 0, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após aplicação. A mortalidade dos ácaros foi avaliada, diariamente, durante o período de 120 h após o confinamento (SCHLESENER et al., 2013). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, aplicando-se o esquema fatorial (6x3), pelo Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2014).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Toxicidade dos extratos para o *Tetranychus urticae*.

O extrato etanólico apresentou maior toxicidade ao *T. urticae*, visto que requereu uma menor quantidade (0,2% v/v) para causar 50% de mortalidade na população, seguido do extrato hexânico e do aquoso, com valores de CL₅₀ estimadas em 0,4 e 13,0% (v/v), respectivamente. A razão de toxicidade para a CL₅₀ do extrato etanólico foi de 2,0 e 65,0 em relação aos extratos hexânico e aquoso, respectivamente. Os valores das CL₉₉ foram de 57,7% (m/v) para o extrato aquoso e para os extratos orgânicos, hexânico e etanólico de 3,7 e 1,4% (v/v), respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Concentração letal (CL) e razão de toxicidade (RT) dos extratos de semente *Annona muricata* sobre fêmeas de *Tetranychus urticae*.

Tratamentos	n ¹	GL ²	Inclinação ± EP	CL ₅₀ (%) (IC 95%)	CL ₉₉ (%) (IC 95%)	χ ^{2,3}	RT ₅₀ ⁴	RT ₉₉	P
Extrato aquoso	360	4	3,60 ± 0,65	13,0 (8,33-16,20)	57,7 (37,87-193,14)	9,1	65,0	41,21	0,06
Extrato hexânico	360	4	2,38 ± 0,43	0,4 (0,22-0,53)	3,7 (1,87-27,56)	9,2	2,0	2,64	0,06
Extrato etanólico	360	4	2,80 ± 0,36	0,2 (0,14-0,27)	1,4 (0,85-3,44)	7,78	-	-	0,10

¹ Número de ácaros utilizados em cada experimento.

² Grau de liberdade do qui-quadrado

³ Qui-quadrado

⁴ Razão de toxicidade entre os extratos = maior CL₅₀ e ₉₉ dos extratos/ menor CL₅₀ e ₉₉ dos demais.

O abamectina provocou 40% de mortalidade, indicando uma provável resistência a esse acaricida. De acordo com Sato et al. (2005), populações de *T. urticae* coletadas em campos de morango no município de Atibaia, no estado de São Paulo apresentaram resistência moderada ao abamectina.

A capacidade de *T. urticae* de desenvolver resistência a acaricidas é devido ao seu ciclo de vida muito curto, resultando em várias gerações por ano, prole abundante, reprodução arrenótoca, consanguinidade e alto potencial reprodutivo (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001; VAN LEEUWEN et al., 2010). Além disso, o uso constante de acaricidas químicos com o mesmo modo de ação gera uma pressão de seleção, selecionando populações resistentes, dificultando dessa forma o controle e tornando o uso do produto pouco eficiente (OMOTO, 2003).

A diferença na atividade dos extratos aquoso e orgânico (hexânico e etanólico) está associada ao tipo de solvente (TRINDADE et al., 2000). Geralmente, os extratos aquosos requerem uma concentração maior para causar mortalidade da praga.

Segundo Potenza et al. (2006) os extratos aquosos de *Dieffenbachia brasiliensis* (Gentianales: Rubiaceae), *Ruta graveolens* (Sapindales: Rutaceae) e *A. squamosa* promoveram redução significativa da população de *T. urticae* em condições de casa de vegetação, na concentração de 100 mL/L, apresentando 86,87%, 83,95% e 75,40% de eficiência, respectivamente.

Extratos aquosos de *Mentha spicata* x *suaveolens* e *M. piperita* (Lamiales: Lamiaceae) (200g/800mL) proporcionaram mortalidade acima de 90% após 120 horas da aplicação, enquanto o extrato de *Laurus nobilis* (Laurales: Lauraceae) causou 87,5% de mortalidade para *T. urticae* (VIEIRA et al., 2006).

Maiores concentrações do extrato hexânico foram necessárias para causar a mortalidade de 50% da população de *T. urticae* em relação ao extrato etanólico no presente trabalho. Esses resultados estão relacionados à polaridade dos solventes. Geralmente solventes apolares, como o hexânico (polaridade 0,1), são menos eficientes do que aqueles com polaridade intermediária, como o etanólico (polaridade 4,3) (ROEL; VENDRAMIM, 2000; POTENZA et al., 2005; GOMES, 2013). Borges et al. (2007) relataram, ao comparar extratos elaborados com diferentes solventes em ordem crescente de polaridade, que os preparados com solventes de menores polaridades apresentaram menores atividades.

O extrato etanólico (1%) de folhas *Croton sellowii* (Malpighiales: Euphorbiaceae) mostrou-se tóxico ao *T. urticae*, causando 69% de mortalidade no intervalo de 72 horas de exposição. Observou-se também mortalidade de 57% quando os ácaros foram expostos ao

extrato hexânico de frutos de *X. sericea* em concentração de 1%. Nas concentrações mais baixas de 0,75 e 0,5%, a mortalidade, embora significativa, foi de 28 e 24%, respectivamente (PONTES, 2006).

Outros extratos e óleos essenciais foram eficientes no controle de *T. urticae* (ÇALMAŞUR; ASLAN; ŞAHIN, 2006; ATTIA et al., 2011; ISMAIL et al., 2011; ROH et al. 2011; SCHLESENER et al., 2013), esses estudos mostraram que acaricidas naturais podem ser uma boa alternativa para substituir ou diminuir o uso de acaricidas químicos e desta forma amenizar os impactos negativos que os mesmos acarretam.

No presente bioensaio sobre a toxicidade dos extratos de semente de graviola a *T. urticae*, observou-se que o extrato etanólico foi o mais eficiente, portanto, foi selecionado para dar continuidade aos demais bioensaios.

3.3.2 Repelência do extrato etanólico de *Annona muricata* para *Tetranychus urticae*

As menores concentrações testadas (0,07; 0,1 e 0,2% (v/v) equivalentes as CL₁₀, CL₂₀ e CL₅₀, respectivamente) apresentaram efeito neutro sobre o *T. urticae*, com Índice de Repelência (IR) de 0,74; 0,74 e 0,86, respectivamente. O mesmo efeito também foi observado para o abamectina, com IR igual a 1,18 (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito repelente de diferentes concentrações do extrato etanólico sobre *Tetranychus urticae*.

Tratamento	Concentração	Média (\pm DP ²) dos Índices de Repelência ¹	Efeito
Abamectina	0,1% (100mL/100L)	1,18 \pm 0,40	Neutro
	0,07% (CL ₁₀)	0,74 \pm 0,27	Neutro
Extrato etanólico	0,1% (CL ₂₀)	0,74 \pm 0,27	Neutro
	0,2% (CL ₅₀)	0,86 \pm 0,38	Neutro
	0,4% (CL ₇₅)	0,41 \pm 0,19	Repelente
	0,6% (CL ₉₀)	0,32 \pm 0,38	Repelente
	1,4% (CL ₉₉)	0,16 \pm 0,22	Repelente

¹ Índice de Repelência calculado de acordo com a fórmula sugerida por Kogan & Goeden (1970).

²DP = Desvio Padrão.

Fonte: Autora, 2014.

As concentrações de 0,4; 0,6 e 1,4% (v/v) (CL₇₅, CL₉₀ e CL₉₉) apresentaram o Índice de Repelência (IR) igual a 0,41; 0,32 e 0,16, respectivamente, indicando que o extrato etanólico provoca repelência a *T. urticae* em concentrações iguais ou maiores que 0,4% (v/v) (Tabela 2).

Esses resultados possibilita o entendimento de que, mesmo em concentrações abaixo daquela capaz de causar 99% de mortalidade na população do ácaro, ou seja, entre a CL_{75} e a CL_{99} (0,4 a 1,4%) o extrato pode causar repelência em populações que possam ter sobrevivido ao seu efeito tóxico.

Os óleos essenciais de *Mentha longifolia*, *Salvia officinalis* (Lamiaceae) e *Myrtus communis* (Myrtaceae) além do efeito letal, foram repelentes a *T. urticae* com valores de CR_{50} de 147,47; 138,80 e 164,41 $\mu\text{L L}^{-1}$, respectivamente (MOTAZEDIAN; RAVAN; BANDANI, 2012).

O extrato hidroalcoólico de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae), *Coriandrum sativum* (Apiaceae) e *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) causaram repelência em todas as concentrações testadas (10 mg/mL a 100 mg/mL) no período de avaliação de 2 e 24 horas. Observou-se também efeito repelente à oviposição (OLIVEIRA, 2013).

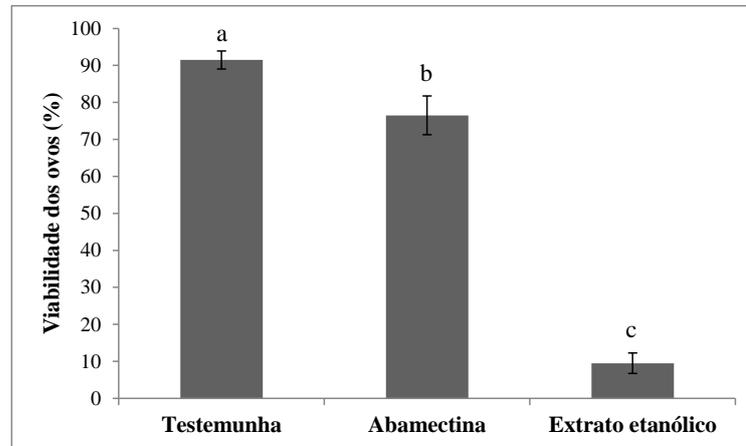
O óleo essencial do fruto de *Protium heptaphyllum* (Sapindales: Burseraceae) e o extrato hexânico de frutos e folhas de *X. sericea* foram repelentes a *T. urticae* em concentração de 0,5%. (PONTES, 2006). O mesmo autor, também observou que o extrato etanólico de folhas *C. sellowii* (1%) apesar de não ter apresentado efeito letal, foi repelente ao ácaro.

Outros estudos recentes evidenciaram que muitos óleos essenciais e extratos de plantas além de apresentarem atividade acaricida, também possuem propriedades repelentes (PONTES, et al., 2011; ARAÚJO et al., 2012; BORN, 2012; ROH; PARK; PARK, 2012; ESTEVES FILHO et al., 2012).

3.3.3 Efeito ovicida do extrato etanólico de *Annona muricata*

A viabilidade dos ovos de *T. urticae* foi afetada, após a aplicação do extrato etanólico. Apenas $9,5 \pm 2,8\%$ dos ovos foram viáveis, ao aplicar a CL_{99} . Houve diferença significativa em relação aos tratamentos ($F = 139,2$; $P < 0,001$). Apesar de o abamectina ter diferido da testemunha, ainda apresentou uma viabilidade de ovos considerada alta, igual a $76,5 \pm 5,25\%$. A testemunha apresentou $91,5 \pm 2,43\%$ de ovos viáveis (Figura 3).

Figura 3. Viabilidade de ovos de *Tetranychus urticae* submetidos a CL₉₉ do extrato etanólico e ao abamectina.



O efeito ovicida é uma propriedade relevante de um acaricida, pois controlando o estágio inicial de desenvolvimento da praga, diminuindo ou inviabilizando a eclosão de larvas, consequentemente reduz as injúrias causadas pela praga (ESTEVES FILHO; OLIVEIRA; GONDIM JÚNIOR, 2008).

Natunem também foi tóxico para ovos de *T. urticae* em diferentes concentrações (0,25; 0,50 e 1,00%), variando de 2,5 a 18,6% de ovos viáveis (BRITO, et al., 2006). Os produtos naturais azadiractina e rotenona ocasionaram 93,36 e 62,95%, respectivamente, de inviabilidade dos ovos, nas concentrações comerciais (DUSO et al., 2008).

O acaricida espiromesifeno (Oberon[®] 240 SC), Azadiractina A/B (Azamax[®] 12 CE), óleos emulsionáveis de nim (*A. indica*, A. Juss), pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e mamona (*Ricinus communis* L) foram eficientes no controle de fêmeas e ovos, no entanto o espiromesifeno foi mais tóxico para fêmeas e o *J. curcas* mais tóxico para ovos de *T.urticae* (ESTEVES FILHO, et al., 2013).

A atividade ovicida foi observada em várias espécies vegetais das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *T. urticae*, variando de acordo com a concentração e espécie vegetal (BORN, 2012).

Segundo Attia et al. (2012) o extrato de *Allium sativum* (Alliaceae) nas concentrações 0,36 e 0,74 mg/L também foi efetivo na redução da fecundidade, evidenciando que acaricidas naturais são eficientes no controle de ovos de *T. urticae*.

3.3.4 Persistência do extrato etanólico de *Annona muricata* na mortalidade de *Tetranychus urticae*

Houve diferença significativa entre o extrato etanólico e a testemunha em todas as horas após a pulverização (HAP). Da mesma forma, o abamectina diferiu da testemunha a 5% de probabilidade ($F = 3,57$; $p < 0,001$) pelo teste de Tukey (Tabela 3). Com exceção de 72 HAP, não havendo diferença significativa, entre o abamectina e a testemunha.

No período 0 HAP, houve mortalidade de 93,3 e 47,3 % de *T. urticae* para o extrato etanólico e abamectina, respectivamente, ambos diferindo da testemunha, que apresentou mortalidade de 10,7 %. O extrato etanólico apresentou persistência até 120 horas após aplicação, com mortalidade acima de 80% (Tabela 3).

Tabela 3. Mortalidade \pm EP de *Tetranychus urticae* com até 120 horas após aplicação (HAP) de extrato etanólico de semente de graviola e abamectina

	Mortalidade \pm EP					
	0 HAP	24 HAP	48 HAP	72 HAP	96 HAP	120 HAP
Testemunha	10,7 \pm 2,3 cA	9,0 \pm 1,8 cA	10,7 \pm 2,3 cA	6,0 \pm 1,3 bA	8,0 \pm 2,2 cA	4,7 \pm 1,6 cA
Abamectina	47,3 \pm 5,3 bA	32,0 \pm 3,3 bAB	33,3 \pm 4,9 bAB	12,7 \pm 3,0 bC	23,3 \pm 3,3 bBC	24,6 \pm 5,8 bBC
Extrato etanólico	93,3 \pm 3,3 aA	83,3 \pm 6,9 aA	80,0 \pm 4,8 aA	94,0 \pm 4,1 aA	85,3 \pm 6,1 aA	92,0 \pm 4,3aA
CV (%)	37,66					

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

Fonte: Autora, 2014.

Apesar de o tratamento químico ter diferido da testemunha, não apresentou mortalidade alta, chegando apenas a 47,3% em 0 HAP e apresentando maior persistência até 48 HAP, havendo diminuição na mortalidade, chegando a 12,7% em 72 HAP. Desta forma, o extrato etanólico foi o mais eficiente (Tabela 3).

Abamectina (Kraft[®] 36 EC) causou mortalidade em *T. urticae* superior a 89% até os quatro dias de avaliação, com mortalidade acima de 75% até 16 dias de avaliação (ESTEVEZ FILHO et al., 2013). Estes resultados diferem dos encontrados no presente trabalho, onde o abamectina (Abamectin Nortox[®]) causou mortalidade de 47,3% para *T.urticae*, diminuindo

sua eficiência 72 horas após aplicação do produto, possivelmente isso ocorreu devido à concentração do ingrediente ativo de cada formulação, visto que o Kraft[®] 36 EC apresenta 36 g/L de abamectina, enquanto o Abamectin Nortox[®], possui apenas 18 g/L. Além disso, foi observada resistência moderada ao abamectina em populações de *T. urticae* coletadas em cultivos de morango (SATO et al., 2005).

No entanto, ao analisar os resultados no mesmo trabalho para os acaricidas de origem botânica, observam-se resultados semelhantes, com porcentagem de mortalidade próximas das encontradas no presente trabalho. O Azadiractina A/B e o óleo de *J. curcas* ocasionaram mortalidade superior a 82 e 65%, respectivamente, até 3 horas após a aplicação. O óleo de *R. communis* foi instável variando entre 16 e 54% de mortalidade até 16 dias (ESTEVEZ FILHO et al., 2013).

O Azamax[®] e o Neemseto[®] a 0,5 e 1,0% apresentaram eficiência de controle de *T. urticae* até 72 horas após aplicação (SCHLESENER et al., 2013). Os extratos de folhas de *A. squamosa*, *C. officinalis* e *C. arabica* causaram mortalidade até no décimo dia, notando-se que a maior porcentagem foi encontrada para a *A. squamosa*, chegando a 90% de mortalidade do ácaro tetraniquídeo *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (CARVALHO et al., 2008).

Outra Annonaceae com atividade inseticida foi a *A. coriacea*, que apresentou efeito residual de 100% de mortalidade em larvas de *Aedes aegypti* L., 1762 (Diptera: Culicidae) durante 15 dias, indicando que o extrato da planta (100 ppm) pode ser utilizado em programas de controle da dengue (DILL; PEREIRA; COSTA, 2012).

Extratos de *A. muricata* também foram eficientes como inseticida, causando mortalidade de lagartas de *P. xylostella* até quatro dias após a aplicação. O extrato etanólico das sementes de *A. muricata* mostrou-se mais eficientes causando 58,75% de mortalidade, enquanto o extrato hexânico causou 35,83% de mortalidade (GOMES, 2013).

Os acaricidas de origem botânica geralmente apresentam baixa persistência, podendo ser considerada uma vantagem, pelo fato de reduzir o impacto a organismos benéficos, ao homem e ao ambiente (BRITO et al., 2008). No entanto, a degradação rápida é considerada também uma desvantagem, pois necessita a aplicação do produto com maior frequência (WIESBROOK, 2004).

O extrato etanólico de semente de *A. muricata* apresentou percentual de mortalidade constante até o último dia de avaliação (120 HAP), provavelmente a persistência continuaria por mais algumas horas. Desta forma, são necessários novos estudos com avaliações mais prolongadas para saber de fato até aonde vai o efeito do extrato na mortalidade dos ácaros. No entanto, a sua eficiência já está comprovada.

Com base no exposto, observou-se que o extrato etanólico pode ser considerado uma boa alternativa no controle de *T. urticae*, sendo eficiente na mortalidade, repelência e persistindo por 120 horas, podendo dessa forma, ser utilizado em programas de manejo de pragas.

3.4 Conclusões

O extrato etanólico de graviola tem eficiência na mortalidade do ácaro *T. urticae*, além de efeito ovicida, repelente e persistência de 120 horas.

REFERÊNCIAS

- ALALI, F. Q.; LIU, X. X.; McLAUGHLIN, J. L. Annonaceous acetogenins: recent progress. **Journal of Natural Products**, v. 62, p. 504-540, 1999.
- ARAÚJO, M. J. C. et al. Acaricidal activity and repellency of essential oil from *Piper aduncum* and its components against *Tetranychus urticae*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, p. 139-155, 2012.
- ATTIA, S. et al. Chemical composition and acaricidal properties of *Deverra scoparia* essential oil (Araliales: Apiaceae) and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 4, p. 1220-1228, 2011.
- ATTIA, S. et al. Effective concentrations of garlic distillate (*Allium sativum*) for the control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 136, n. 4, p. 302-312, 2012.
- BARRETO, C. F. *Aedes aegypti* - Resistência aos inseticidas químicos e as novas alternativas de controle. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 1, n. 2, p. 62-73, 2005.
- BERMEJO, A. et al. Acetogenins from Annonaceae: recent progress in isolation, synthesis and mechanisms of action. **Natural Product Reports**, v. 22, p. 269-303, 2005.
- BORGES, L. R. et al. Determinação de atividades biológicas em extratos de carqueja (*Baccharis trimera* (Less). D.C.). **Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu - MG.
- BORN, F. S. **Atividade de óleos essenciais de plantas das famílias Burseraceae, Lamiaceae, Rutaceae e Verbenaceae em *Tetranychus urticae* Koch e *Neoseiulus californicus* (McGregor)**. 2012. 101f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- BRAGA SOBRINHO, R. Potencial de exploração de anonáceas no nordeste do Brasil. EMBRAPA Agroindústria Tropical. **XI Agroflores- 17ª Semana Internacional da fruticultura. Floricultura e agroindústria**. Fortaleza - CE, 2010.
- BRITO, C. H. et al. Avaliação de produtos alternativos e pesticidas no combate a cochonilha do-carmim na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, p. 1-5, 2008.
- BRITO, H. M. et al. Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 685-691, 2006.
- BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. et al. Extratos de plantas no controle de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 4, p. 44-48, 2009.

ÇALMAŞUR, Ö.; ASLAN, I.; ŞAHİN, F. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. **Industrial Crops and Products**, v. 23, p. 140-146, 2006.

CARVALHO, T. M. B. et al. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Coffee Science**, v. 3, n. 2, p. 94-103, 2008.

CASTILLO-SÁNCHEZ, L. H. C.; JIMÉNEZ-OSORNIO, J. J.; DELGADO-HERRERA, M. A. Secondary metabolites of the Annonaceae, Solanaceae and Meliaceae families used as biological control of insects. **Tropical and Subtropical Agroecosystema**, v. 12, n. 3, p. 445-462, 2010.

DEVINE, G. J.; BARBER, M.; DENHOLM, I. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, v. 57, p. 443-448, 2001.

DILL, E. M.; PEREIRA, M. J. B.; COSTA, M. S. Efeito residual do extrato de *Annona coriacea* sobre *Aedes aegypti*. **Arquivo do Instituto de Biologia**, v. 79, n. 4, p. 595-601, 2012.

DUSO, C. et al. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae). **Biological Control**, v. 47, n. 1, p. 16-21, 2008.

ESTEVEZ FILHO, A. B. et al. Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em Algodoeiro Bollgard™ e Isolinha não-Transgênica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p.338-344, 2010.

ESTEVEZ FILHO, A. B. **Toxicidade, efeito residual e repelência de acaricidas sintéticos e produtos naturais sobre *Tetranychus urticae* Koch e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) em algodoeiro**. 2012. 83f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2012.

ESTEVEZ FILHO, A. B.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JÚNIOR, M. G.C. Toxicidade de acaricidas sobre diferentes estágios de vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. **BioAssay**, v. 3, n. 6, p. 1-6, 2008.

ESTEVEZ FILHO; A. B. et al. Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 2675-2686, 2013.

FERLA, N. J.; MORAES, G. J. Seletividade de acaricidas e inseticidas a ácaros predadores (Acari: Phytoseiidae) encontrados em seringueira no centro-oeste do Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 357-362, 2006.

GOMES, I. B. **Toxicidade e Formulação de Extratos de *Annona muricata* L. (Annonaceae) para o Controle de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**.

2013. 88f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2013.

ISMAIL, M. S. M. et al. Acaricidal activities of some essential and fixed oils on the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **Egyptian Academic Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 1, p. 41-48, 2011.

KOGAN, M.; GOEDEN, R. D. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 63, p. 1175-1180, 1970.

KRINSKI, D.; MASSAROLI, A.; MACHADO, M. Potencial inseticida de plantas da família Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 225-242, 2014.

MARSARO JÚNIOR, A. L. et al. Efeito de acaricidas sobre *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores em citros no estado de Roraima, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n.1, p. 75-83, 2012.

MIRESMAILLI, S.; ISMAN, M. B. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 6, p. 2015-2023. 2006.

MORAES, G. A.; FLECHTAMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MOTAZEDIAN, N.; RAVAN, S.; BANDANI, A. R. Toxicity and repellency effects of three essential oils against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, p. 275-284, 2012.

OLIVEIRA, J. M. **Potencial de extratos vegetais no controle de *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus urticae* e *Mizus persicae***. 2013. 57f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2013.

OLIVEIRA, M. A. S. **Graviola**. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 78 p.

OMOTO, C. **Avanço na implementação de programas de manejo da resistência de pragas a pesticidas no Brasil**. 2003. Piracicaba: ESALQ. Disponível em: <<http://www.irac-br.org.br/arquivos/avancosimplprog.doc>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

PONTES, W, J. T. et al. Effects of the ethanol extracts of leaves and branches from four species of the genus *Croton* on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **BioAssay**, v. 6, n. 3, p. 1-5, 2011.

PONTES, W. J. T. **Efeitos de extratos vegetais e óleos essenciais de espécies nativas de Pernambuco sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**. 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2006.

POTENZA, M. R. et al. Avaliação acaricida de produtos naturais para o controle de ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 4, p.499-503, 2005.

POTENZA, M. R. et al. Avaliação de produtos naturais para o controle do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 4, p. 455-459, 2006.

POTTER, C. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on the electrostatic charge on atomized spray films. **Annals of Applied Biology**, v. 39, p. 1-29. 1952.

REIS P. R. et al. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 265-274, 1998.

REIS, P. R.; ALVES, E. B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, p. 565-568, 1997.

ROEL A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. Universidade Católica Dom Bosco. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 1, p. 43-50. 2001.

ROEL A. R.; VENDRAMIM, J. D. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* (Swartz) (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 799-808, 2000.

ROH, H. S. et al. Acaricidal and oviposition deterring effects of santalol identified in sandalwood oil against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Journal of Pest Science**, v. 84, p. 495-501, 2011.

ROH, H. S.; PARK, K. C.; PARK, C. G. Repellent effect of santalol from sandalwood oil against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 2, p. 379-385, 2012.

SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**, version 9.1, Ed. Cary: Institute, USA, 2003.

SÃO JOSÉ, A. R. **Cultivo e mercado da graviola**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 36 p.

SATO M. E. et al. Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 449-456. 2002.

SATO, M. E. et al. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida Clorfenapir. **Bragantia**, v. 66, n. 1, p. 89-95, 2007.

SATO, M. E. et al. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): Selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p.1-8, 2005.

SCHLESENER, D. C. H. et al. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 59-66, 2013.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A. ASSISTAT, **Assistência estatística**. Versão 7,7 beta 2014.

STARK, J. D. et al. Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, p. 273-279, 1997.

TRINDADE, R. C. P. et al. Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 407-413, 2000.

TRINDADE; R. C. P. et al. Larvicidal activity and seasonal variation of *Annona muricata* (Annonaceae) extract on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 37, n. 2, p. 223-227, 2011.

VAN LEEUWEN, T. et al. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, p. 563-572, 2010.

VIEIRA, M. R. et al. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 210-217, 2006.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, v. 17, n. 3, 2004.

ZHANG, Z. Q. **Mites in greenhouse**: identification, biology and control. Cambridge: CABI, 2003. 244 p.

4 RESPOSTA FUNCIONAL E NUMÉRICA DO ÁCARO PREDADOR *Amblyseius aerialis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) SOBRE O ÁCARO RAJADO

RESUMO

Os ácaros predadores da família Phytoseiidae, são um dos principais inimigos naturais de ácaros tetraniquídeos, promovendo um eficiente controle destes ácaros em várias culturas. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o potencial de predação do ácaro *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae) sobre o ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) através de estudos da resposta funcional e numérica. Uma fêmea fecundada de *A. aerialis* foi confinada durante sete dias em discos de 3,0 cm de diâmetro confeccionado com folhas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis*, dispostos em placa de Petri contendo água destilada. Ovos, ninfas e adultos de *T. urticae* foram usados como presas para o ácaro *A. aerialis*, sendo ofertados nas seguintes densidades: 2, 5, 10, 15 ácaros/arena (oito repetições); 20 e 30 ácaros/arena (cinco repetições). O ácaro *A. aerialis* predou maior quantidade de ovos (81,1%), seguido de ninfa (49,9%) e adulto (26,6%) de *T. urticae*. Houve um aumento na quantidade de presas consumidas, com o aumento da quantidade de presas ofertadas. A predação de adultos de *T. urticae* por *A. aerialis* foi de 0,87 e 1,85 ácaros/dia nas densidades 2 e 5, respectivamente. Ocorreu maior consumo nas densidades 10, 20 e 30 com média de 3,23; 2,28 e 2,89 ácaros/dia, respectivamente. Quando foram ofertadas ninfas como presas nas densidades 2, 5, 10 e 15 ácaros/arena houve predação de 1,53; 4,19; 4,36; 3,80 ácaros/dia, respectivamente, e nas densidades 20 e 30 ocorreu predação de 6,0 e 6,6 ácaros/dia, respectivamente. Ocorreu predação de 1,91 e 4,43 nas densidades 2 e 5 ovos/arena e nas densidades 10, 15, 20 e 30 ovos/arena houve aumento na predação, com 8,98; 10,84; 13,60 e 14,83 ovos/dia, respectivamente. A oviposição do ácaro *A. aerialis* permaneceu constante em torno de um ovo/dia, com exceção do experimento em que os ovos foram ofertados como presas, neste a quantidade de ovos postos foi em média 0,23 ovo/dia. Observou-se, portanto, uma tendência para a resposta funcional do tipo II. Desta forma, o ácaro predador, *A. aerialis*, pode ser considerado em programas de manejo de pragas, podendo ser utilizado para diminuir populações de *T. urticae* em cultivos.

Palavras-chave: Inimigo natural. Predação. *Tetranychus urticae*

ABSTRACT

The predator mites of the family Phytoseiidae are one of the main natural enemies of spider mites, with an efficient control of these mites in various crops. The aim of this study, was to evaluate the potential for predation mite *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) (Acari: Phytoseiidae) on the spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) through studies of the functional and numerical response. One fertilized female of *A. aerialis* has been confined for seven days on discs of 3.0 cm in diameter made from jack bean leaf, *Canavalia ensiformis*, arranged in a Petri dish containing distilled water. Eggs, nymphs and adults of *T. urticae* were used as prey for the mite *A. aerialis*, being offered in the following densities: 2, 5, 10, 15 mites/arena (eight replicates); 20 and 30 mites/arena (five replicates). The mite *A. aerialis* has consumed greater number of eggs (81.1%), followed by nymph (49.9%) and adult (26.6%) of *T. urticae*. There was an increase in the amount of prey consumed with the increased amount of preys offered. The predation of adult of *T. urticae* by *A. aerialis* was 0.87 and 1.85 mite/day at densities 2 and 5, respectively, occurring higher consumption in densities 10, 20 and 30 with a mean of 3.23, 2.28 and 2.89 mites/day, respectively. When nymphs was offering in densities 2, 5, 10 and 15 mites/arena, the predation was 1.53, 4.19, 4.36 and 3.80 mites/day, respectively, and the densities 20 and 30 predation was 6.0 and 6.6 mites/day, respectively. The mite *A. aerialis* has consumed on average 1.91 and 4.43 eggs/day in densities 2 and 5 eggs/arena and the densities 10, 15, 20 and 30 eggs/arena, was no increase in predation, with 8.98, 10.84, 13.60 and 14.83 eggs/day, respectively. The oviposition of mite *A. aerialis* remained constant at around one egg/day, with the exception of the experiment in which eggs were offered as prey, in the amount of eggs laid was on average 0.23 egg/day. It was observed, therefore, a trend for type II functional response. Thus, the predator mite, *A. aerialis*, can be considered in pest management programs and may be used to reduce *T. urticae* of populations in crops.

Keywords: Natural enemy. Predation. *Tetranychus urticae*.

4.1 Introdução

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), pertence à família Tetranychidae, a qual é citada como de grande importância por apresentar grande quantidade de ácaros pragas de importância mundial. Essa espécie pode ocorrer em cultivos de algodão, feijão, milho, soja, mamão, maçã, uva, alface, batata, berinjela, melancia, melão, morango, pepino, tomate, além de plantas ornamentais (ZHANG, 2003; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Em altas infestações, pode causar descoloração de folhas, perda da capacidade fotossintética e queda prematura de folhas, conseqüentemente, prejudicando a qualidade de frutos devido à exposição aos raios solares. Em algumas frutíferas pode reduzir a produção em até 80%, no ponto máximo de desenvolvimento da população, quando não controlado. Além disso, o acúmulo de excrementos e teias pode afetar a aparência das plantas e seu valor comercial (DEVINE; BARBER; DENHOLM, 2001; FADINI; PALLINI; VENZON, 2004; MORAES; FLECHTMANN, 2008).

A principal forma de controle de *T. urticae* é através do uso de acaricidas químicos, que nem sempre é eficiente, pois o manejo inadequado desses produtos tem proporcionado à seleção de populações resistentes, além da ressurgência da praga e aparecimento de pragas secundárias (SATO et al., 2005).

A utilização do controle biológico com o uso de ácaros da família Phytoseiidae tem sido amplamente abordada, embora menos comum que o uso de acaricidas químicos (LANDEROS et al., 2004). Os ácaros dessa família são os mais importantes e estudados inimigos naturais de ácaros pragas (MORAES, 1991).

Os ácaros fitoseídeos quando abundantes na cultura podem manter a população de ácaros pragas em níveis que não causem danos econômicos, evitando ou amenizando a aplicação de acaricidas químicos, reduzindo a pressão de seleção e conseqüentemente retardando o desenvolvimento de resistência (MARAFELI, 2011).

Os fitoseídeos, *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot), *P. macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor), são comprovadamente eficientes no controle de *T. urticae* e atualmente são comercializados por algumas empresas (ATTIA et al., 2013).

O ácaro *Amblyseius aerialis* (Muma, 1955) é um predador generalista do grupo III, encontrado em cultivos de frutíferas (NORONHA et al., 2010; BOBOT et al., 2011), roseiras (FORERO et al., 2008), cafezais e fragmentos florestais (SILVA et al., 2010). Algumas de suas características biológicas foram estudadas, como por exemplo, a sua sobrevivência quando alimentado com diferentes tipos de presas como os ácaros fitófagos *Phyllocoptruta*

oleivora (Ashmead) (Eriophidae) (BATISTA; NORONHA, 2008) e *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae) e com pólen de plantas de *Ricinus communis* L. e *Typha angustifolia* L. (CASTILLO; NORONHA, 2008). No entanto, pouco se sabe sobre sua capacidade em reduzir populações de *T. urticae*.

Para avaliar se determinado predador pode reduzir altas densidades de ácaros pragas são necessários estudos da resposta funcional, que diz respeito ao número de presas consumidas por unidade de tempo e resposta numérica, referente ao número de progênie produzida por unidade de tempo ou outra mudança na densidade do predador. Estas duas respostas são correlatas e precisam ser consideradas em conjunto (SOLOMON, 1949; MORI; CHANT, 1966; LAING; OSBORN, 1974).

A resposta funcional de um predador, em função da densidade de presas, geralmente classifica-se em três tipos básicos. No tipo I, o número de presas consumidas eleva-se linearmente até um máximo; no tipo II, o número de presas consumidas aumenta com o número de presas oferecidas, no entanto começa a decrescer ao atingir um ponto máximo de saturação; e no tipo III, a predação resulta em uma curva de forma sigmóide, com o aumento da densidade de presas até atingir um máximo (HOLLING, 1959). O primeiro tipo de resposta é supostamente típico de invertebrados aquáticos; o segundo, de artrópodes predadores e parasitoides; e o terceiro, de vertebrados predadores (HASSEL, 1978).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar a resposta funcional e numérica do predador *A. aerialis*, alimentado com as fases de ovo, ninfa e adulto de *T. urticae*.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Obtenção e criação do ácaro *Amblyseius aerialis*

O ácaro predador *A. aerialis*, foi obtido em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.) DC., infestadas com *T. urticae*, que estavam mantidas em casa de vegetação no CECA/UFAL, em Rio Largo, AL. Lâminas com exemplares foram encaminhadas ao Laboratório de Acarologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo, Campus Piracicaba, para devida identificação pelo especialista Peterson Rodrigo Demite, através da chave para identificação dos Amblyseiinae do Brasil (LOFEGO, 1989). A criação do ácaro predador foi mantida no Laboratório de Entomologia /Controle Alternativo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas - CECA/UFAL em condições climáticas a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de U.R e 12 horas de fotofase.

O método de criação do ácaro predador *A. aerialis* foi semelhante ao utilizado por REIS; ALVES (1997), no qual os ácaros foram criados em arenas confeccionadas com folhas de feijão-de-porco (5,0 cm de diâmetro). As arenas foram colocadas para flutuar sobre água destilada em placas de Petri sem tampa (8,5 cm de diâmetro). Cada arena continha um orifício central para a passagem de um alfinete. Os alfinetes foram fixados com a cabeça voltada para o fundo da placa com auxílio de cola a base de silicone. Foi colocado sobre as arenas um pedaço de plástico transparente dobrado em forma de pirâmide, para servir de abrigo e local de postura dos ácaros (Figura 4). Utilizou-se *T. urticae* em todas as fases em abundância como fonte de alimento. As arenas foram trocadas a cada sete dias ou quando a fonte de alimento dos ácaros predadores, ou seja, *T. urticae*, encontrasse baixa. Os ácaros predadores eram transferidos para novas arenas infestadas com *T. urticae*, com o auxílio de um pincel de cerdas finas.

Figura 4. Método de criação do ácaro *Amblyseius aerialis*.



Fonte: Autora, 2014.

4.2.2 Resposta funcional e numérica de *Amblyseius aerialis* alimentados com *Tetranychus urticae*.

Para avaliação da predação e oviposição, uma fêmea adulta fecundada de *A. aerialis* (Figura 5) foi confinada por sete dias em cada arena de 3,0 cm de diâmetro (7,1cm²) confeccionada com folhas de feijão-de-porco. Cada arena representa uma repetição. As arenas ficaram em placa de Petri (8,5 cm de diâmetro), semelhante à metodologia de criação segundo Reis; Alves (1997).

Ovos, ninfas e adultos de *T. urticae* foram usados como presas para as fêmeas do ácaro fitoseídeo *A. aerialis*. Cada fase (ovo, ninfa e adulto) da presa foi ofertada individualmente nas arenas. As presas foram colocadas nas seguintes densidades: 2, 5, 10, 15 (oito repetições); 20 e 30 ácaros/arena (cinco repetições).

O número de presas consumidas (resposta funcional) e o número de ovos colocados pelo ácaro fitoseídeo *A. aerialis* (resposta numérica) foram avaliados a cada 24 horas durante os sete dias, com a remoção dos ovos depositados pelo fitoseídeo e das presas mortas e reposição das presas na quantidade inicial (REIS et al., 2003). O experimento no qual foram ofertadas fêmeas adultas de *T. urticae*, também foram quantificados os ovos de *T. urticae* predados pelo *A. aerialis*, através da observação do córion dos ovos deixado pelo predador. Após cada avaliação foram retirados os ovos restantes de *T. urticae*, não predados pelo *A. aerialis*, para evitar a eclosão durante a avaliação do experimento.

A taxa de predação foi obtida pela quantificação do número de ovos, ninfas e adultos predados pelo ácaro *A. aerialis*, levantando-se a porcentagem de predação total para elaboração do gráfico no programa Microsoft Office Excel 2010[®].

Os dados de predação e oviposição foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Tukey pelo programa Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2014).

Figura 5. Fêmea do ácaro *Amblyseius aerialis*.



Fonte: Autora, 2014.

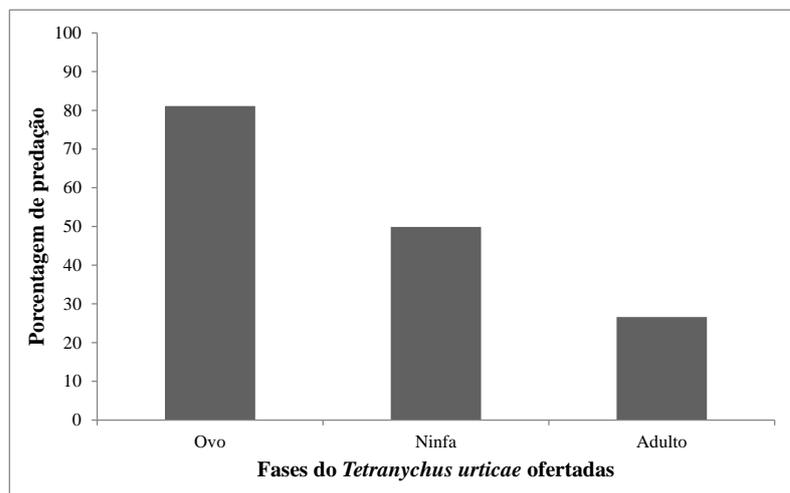
4.3 Resultados e Discussão

As fases de *T. urticae* predadas pela fêmea do ácaro *A. aerialis* foram: ovo (81,1%), ninfa (49,9%) e adulto (26,6%) (Figura 6).

O ácaro *A. aerialis* se alimentou de uma quantidade menor de adultos de *T. urticae*, comparado com as fases de ovo e ninfa, possivelmente pelo seu tamanho em relação às demais fases e/ou pela dificuldade de serem dominados pelo predador. Provavelmente, quantidades menores de adultos podem ser suficientes para saciar o ácaro predador. Enquanto que, uma quantidade maior de presa deve ser consumida, quando estas são menores como é o caso das ninfas e ovos. Além disso, ocorreu oviposição das presas adultas ofertadas ao ácaro *A. aerialis* e conseqüentemente, houve complementação na alimentação dos predadores com os ovos de *T. urticae*.

A alta porcentagem de predação de ovos de *T. urticae* pelo predador *A. aerialis* pode ser considerada uma característica relevante, pois ocorrendo uma diminuição significativa do ácaro praga ainda no estágio inicial de desenvolvimento, conseqüentemente haverá diminuição das injúrias causadas pela praga.

Figura 6. Predação das fases de ovo, ninfa e adulto de *Tetranychus urticae* por fêmeas de *Amblyseius aerialis*.



Resultados semelhantes, quanto à menor predação de adultos, foram obtidos com os ácaros predadores *Euseius alatus* DeLeon e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2000) e *Amblyseius herbicolus* Chant (REIS; TEODORO; PEDRO NETO, 2001) ambos utilizando o *B. phoenicis* como presa. Os ácaros *I. zuluagai*, *E. citrifolius* e *A. herbicolus* também apresentaram um menor percentual de predação quando

alimentados com adultos do ácaro *Oligonychus ilicis* McGregor (FRANCO et al., 2007). Da mesma forma, o fitoseídeo *Phytoseiulus macropilis* sobre o *T.urticae* (OLIVEIRA et al., 2007) e *Euseius concordis* sobre o *Mononychellus tanajoa* Bondar (COSTA, 2011).

O número de adultos de *T. urticae* predados (resposta funcional) pelo *A. aerialis* teve diferença significativa em relação à quantidade de presas ofertadas ($F = 11,57$; $P < 0,001$). A quantidade de presas consumidas foi bem menor que a quantidade ofertada, no entanto, houve um aumento no consumo de presas à medida que se aumentou o número de presas ofertadas, indicando uma resposta funcional do tipo II. A predação foi de 0,87 e 1,85 ácaros/dia nas densidades 2 e 5, respectivamente. Ocorreu maior consumo nas densidades 10, 20 e 30 com média de 3,23; 2,28 e 2,89 ácaros/dia, respectivamente. Embora tenha elevado o número de presas consumidas com o aumento da densidade de presas ofertadas, a porcentagem de predação diminuiu (Tabela 4).

Quando foi ofertada a fase adulta de *T. urticae*, houve oviposição das mesmas, ocorrendo, portanto, predação de ovos de *T. urticae* pelo ácaro predador *A. aerialis*. Houve diferença significativa ($F = 3,29$; $P = 0,015$), observando-se uma menor predação de ovos de *T. urticae*, quando ofertados apenas dois adultos, provavelmente devido a menor densidade de *T. urticae* e conseqüentemente menor quantidade de ovos postos. No entanto, as demais densidades não diferiram entre si, sendo observada predação de até 8,5 ovos/dia (Tabela 4).

Houve significância ($F = 3,85$; $P = 0,0067$) para o número de ovos colocados pelo ácaro fitoseídeo *A.aerialis* (resposta numérica), quando ofertados adultos e ovos de *T. urticae*, obtendo-se até um ovo por dia do ácaro fitoseídeo.

Tabela 4. Resposta funcional e numérica do predador *Amblyseius aerialis* tendo como alimento fêmeas de *Tetranychus urticae* e ovos postos pelas fêmeas ofertadas.

Nº/arena	Ácaros/cm ²	Média ± EP/dia			
		Adultos consumidos	Ovos consumidos	Ovos postos	Predação adultos (%)
2	0,28	0,87 ± 0,17a	4,73 ± 0,65a	0,46 ± 0,09a	43,75a
5	0,70	1,85 ± 0,19ab	6,52 ± 0,56ab	0,80 ± 0,08ab	37,14a
10	1,4	3,23 ± 0,39c	6,20 ± 0,60ab	0,78 ± 0,12ab	32,32ab
15	2,1	2,00 ± 0,18b	8,50 ± 0,53b	0,96 ± 0,07b	13,33bc
20	2,8	2,28 ± 0,15cb	7,28 ± 0,68ab	0,85 ± 0,10ab	11,42bc
30	4,2	2,89 ± 0,46cb	7,34 ± 0,49ab	1,02 ± 0,14b	9,61c
CV%		31,45		33,66	46,68

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

CV: coeficiente de variação

Fonte: Autora, 2014.

Da mesma forma, houve diferença significativa ($F = 26,67$; $P < 0,001$) em relação a predação de ninfas de *T. urticae* pelo ácaro *A. aequalis*, em diferentes densidades. Nas densidades 2 e 5 houve 76,78 e 83,57% de predação, observando uma diminuição na porcentagem de predação, com o aumento da densidade de presas. Sugerindo saciação do ácaro predador. As densidades 5, 10 e 15 foram estatisticamente iguais, com predação de 4,19; 4,36; 3,80 ninfas/dia, respectivamente. E as densidades 20 e 30 foram semelhantes entre si, com predação de 6,0 e 6,6 ninfas/dia, respectivamente (Tabela 5).

A oviposição do predador *A.aerialis* foi significativa ($F = 4,51$; $P = 0,0027$) quando este predou diferentes quantidades de ninfas de *T. urticae*. Uma menor quantidade de ovos postos foi observada na densidade 2, com média de 0,60 ovos/dia. No geral, nas demais densidades, a quantidade de ovos postos também chegou a um ovo por dia, durante os sete dias de avaliação (Tabela 5).

Tabela 5. Resposta funcional e numérica do predador *Amblyseius aequalis* tendo como alimento ninfas de *Tetranychus urticae*.

Ninfas ofertadas		Média ± EP/dia		
Nº/arena	Ácaros/cm ²	Presas consumidas	Ovos postos	Predação (%)
2	0,28	1,53± 0,12a	0,60 ± 0,09a	76,78a
5	0,70	4,19 ± 0,13b	1,0 ± 0,12ab	83,57a
10	1,4	4,36 ± 0,26b	1,28 ± 0,10b	43,57b
15	2,1	3,80 ± 2,71b	0,92 ± 0,13ab	25,35c
20	2,8	6,0 ± 0,31c	1,0 ± 0,03ab	30,00bc
30	4,2	6,6 ± 0,85c	1,14 ± 0,07b	21,99c
CV%		21,22	30,37	18,80

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)
CV: coeficiente de variação

Fonte: Autora, 2014.

O número de ovos de *T. urticae* predados pelo *A. aequalis* teve diferença significativa em relação à quantidade ofertada ($F = 50,6$; $P < 0,001$). Nas densidades 2, 5 e 10 houve 97,91; 90,83 e 90,83% de predação. À medida que se aumentou a densidade de presas ofertadas, a quantidade de presas consumidas pelo ácaro *A. aequalis* também aumentou. A maior predação foi observada nas densidades 20 e 30 com 13,60 e 14, 83 ovos/dia.

A quantidade de ovos postos pelo ácaro predador *A. aequalis*, quando ofertada diferentes densidades de ovos de *T. urticae*, não apresentou diferença significativa ($F = 0,53$; $P > 0,05$) e foi em média de 0,23 ovos/dia. Provavelmente a alimentação do ácaro *A. aequalis* à base apenas de ovos de *T. urticae* é insuficiente para promover a satisfatória reprodução,

mesmo o ácaro *A. aerialis* apresentando maior resposta funcional quando alimentado com ovos, do que com adultos e ninfas de *T. urticae*.

Tabela 6. Resposta funcional e numérica do predador *Amblyseius aerialis* tendo como alimento ovos de *Tetranychus urticae*.

Ovos ofertados		Média ± EP/dia		
Nº/arena	Ácaros/cm ²	Presas consumidas	Ovos postos	Predação (%)
2	0,28	1,91 ± 0,05a	0,16 ± 0,05	97,91a
5	0,70	4,43 ± 0,13a	0,23 ± 0,06	90,83a
10	1,4	8,98 ± 0,25b	0,23 ± 0,06	90,83a
15	2,1	10,84 ± 0,50bc	0,23 ± 0,06	74,16b
20	2,8	13,60 ± 0,77cd	0,26 ± 0,08	66,83bc
30	4,2	14,83 ± 0,90d	0,20 ± 0,07	48,55c
CV %		21,97	44,57 ns	13,36

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

Fonte: Autora, 2014.

As respostas funcional e numérica foram consideradas baixas em relação ao existente na literatura, da mesma forma que para outras espécies de ácaros predadores generalistas, como por exemplo, o *Amblyseius* sp. (FORERO et al., 2008) e o *Neoseiulus californicus* (MARAFELI, 2011) ambos alimentados com *T. urticae*. O controle do *T. urticae* por *N. californicus* é mais eficiente quando a infestação inicial da praga é relativamente pequena (BELLINI, 2008).

Uma das vantagens do controle de ácaros pragas com ácaros predadores generalistas, aqueles capazes de se alimentarem de diferentes grupos de ácaros, de insetos pequenos, com os trípes e até mesmo de pólen, é a permanência do ácaro predador na área de cultivo mesmo na ausência ou em baixa densidade do ácaro praga. Isto se torna uma característica importante em programas de manejo de pragas, pois sua diversidade quanto ao consumo de alimentos poderá contribuir para sua permanência no cultivo por um período mais prolongado de ausência da praga (MARAFELI, 2011).

4.4 Conclusões

O ácaro *A. aerialis* é um bom predador do ácaro rajado, *T. urticae*, apresentando uma maior porcentagem de predação para ovos, comparado a adultos e ninfas.

REFERÊNCIAS

- ATTIA, S. et al. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. **Journal of Pest Science**, v. 86, p. 361-386, 2013.
- BATISTA, A. A.; NORONHA, A. C. S. **Manejo de ácaros fitófagos em citros com aplicação de métodos de controle de baixo impacto ambiental**. In: 2º Jornada Científica. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008.
- BELLINI, M. R. **Manejo de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em plantas ornamentais**. 2008. 141f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2008.
- BOBOT, T. E. et al. Mites (Arachnida, Acari) on *Citrus sinensis* L. Osbeck orange trees in the State of Amazonas, Northern Brazil. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, p. 557-566, 2011.
- CASTILLO, A. B.; NORONHA, A. C. S. Estudio de los aspectos fundamentales de la biología de *Amblyseius aerialis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) en condiciones de laboratorio. **Revista CitriFrut**, v. 25, n. 1, p. 45-62, 2008.
- COSTA, E. C. **Influência da estrutura populacional e do estágio de desenvolvimento no controle biológico de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) por ácaros predadores (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae)**. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, 2011.
- DEVINE, G. J.; BARBER, M.; DENHOLM, I. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). **Pest Management Science**, v. 57, p. 443-448, 2001.
- FADINI, M. A. M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1271-1277, 2004.
- FORERO, G. et al. Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador *Amblyseius* (Neoseiulus) sp. (Acari: Phytoseiidae) em cultivos de rosas. **Agronomía Colombiana**, v. 26, n. 1 p. 1-17, 2008.
- FRANCO, R. A. et al. Potencial de predação de três espécies de fitoseídeos sobre *Oligonychus ilicis* (McGREGOR, 1917) (Acari: Tetranychidae). **Coffee Science**, v. 2, n. 2, p. 175-182, 2007.
- HASSEL, M. P. **The dynamics of arthropods predator-prey systems**. Princetom: Princeton Univesit Press, 1978. 327p.
- HOLLING, C. S. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of European pine sawfly. **The Canadian Entomologist**, v. 91, p. 293-329, 1959.
- LAING, J. E.; OSBORN, J. A. L. The effect of prey density on the functional and numerical response of three species of predatory mites. **Entomophaga**, v. 19, n. 3, p. 267-277, 1974.

- LANDEROS, J. et al. Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO₂ assimilation. Transpiration and stomatal behaviour in rose leaves. **Experimental Applied Acarology**, v. 32, p. 187-198, 2004.
- LOFEGO, A.C. **Caracterização morfológica e distribuição geográfica das espécies de Amblyseiinae (Acari: Phytoseiidae) no Brasil**. 1989.123f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1989.
- MARAFELI, P. P. **História de vida de *Neoseiulus californicus* (Mc GREGOR, 1954) tendo como alimento *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.)**. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2011.
- MORAES, G. A.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia**. Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.
- MORAES, G. J. Controle biológico de ácaros fitófagos. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 167, p. 56- 62, 1991.
- MORI, H.; CHANT, D. A. The influence of prey density, relative humidity and starvation on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). **Canadian Journal of Zoology**, v. 44, p. 483-491, 1966.
- NORONHA, A. C. S. et al. Ácaros (Acari) em mudas de aceloreira. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 36, p. 189-195, 2010.
- OLIVEIRA, H. et al. A phytoseiidae predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 42, p. 105–109, 2007.
- REIS P. R.; ALVES E. B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, p. 565-56, 1997.
- REIS, P. R. et al. Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 3, p. 461-467, 2003.
- REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Predatory activity of Phytoseiidae mites on the developmental stages of coffee ringspot mite (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 3, p. 547-553, 2000.
- REIS, P. R.; TEODORO, A. V.; PEDRO NETO, M. Potencial de predação de *Amblyseius herbicolus* (Chant, 1959) sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., p. 2045-2053. 2001, Vitória, ES. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, 2001.
- SATO, M. E. et al. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): Selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 1-8, 2005.

SILVA, E. A. et al. Fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) associados à cafezais e fragmentos florestais vizinhos. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1146-1153, 2010.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A. ASSISTAT, **Assistência estatística**. Versão 7,7 beta 2014.

SOLOMON, M. E. The natural control of animal populations. **Journal of Animal Ecology**, v. 18, n. 1, p. 1-35, 1949.

ZHANG, Z. Q. **Mites in greenhouse**: identification, biology and control. Cambridge: CABI, 2003. 244 p.