



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

JOSIANE PACHECO DE ALFAIA

ÁCAROS PREDADORES DA FAMÍLIA PHYTOSEIIDAE COMO POTENCIAIS
AGENTES DE CONTROLE DA MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO

FORTALEZA

2018

JOSIANE PACHECO DE ALFAIA

ÁCAROS PREDADORES DA FAMÍLIA PHYTOSEIIDAE COMO POTENCIAIS
AGENTES DE CONTROLE DA MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO

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

Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Orientador: Prof^o. Dr. José Wagner S. Melo.

Co-orientadora: Dra. Nívia da Silva Dias Pini

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Biblioteca Universitária

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

A 373Á alfaia, Josiane Pacheco de.

Ácaros predadores da família Phytoseiidae como potenciais agentes de controle da mosca-branca-do cajueiro/Josiane Pacheco de alfaia.-2018.

62 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) –Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduaçãoem Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo.

Coorientação: Profa. Dra. Nívia da Silva Dias Pini.

1.*Aleurodicus cocois*. 2. *Anacardium occidentale*. 3.Controle biológico. 4. Phytoseiidae. I. Título.

CDD630

JOSIANE PACHECO DE ALFAIA

ÁCAROS PREDADORES DA FAMÍLIA PHYTOSEIIDAE COMO POTENCIAIS
AGENTES DE CONTROLE DA MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.
Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Aprovada em ___/___/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. José Wagner S. Melo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Nívia da Silva Dias Pini (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Débora Barbosa Lima
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

A Deus

Pelo dom da vida; à minha mãe Joana Darck
(in memoriam), aos meus irmãos Gerson e
Claudiane, aos meus sobrinhos Filipe e Daniel
e à Dra. Aloyséia pelo incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu SENHOR, autor e consumidor da minha vida, a quem é dado toda honra, toda glória e todo louvor.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), juntamente com A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Fitotecnia da UFC.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof^o. *Dr.* José Wagner da Silva Melo, pela paciência e compreensão que teve para comigo, por cada minuto de sabedoria compartilhado durante as aulas e nas orientações durante o mestrado.

À *Dra.* Débora Barbosa pela paciência que teve enquanto me orientava na tabulação dos dados, pela cooperação nos dados estatísticos e por estar sempre disposta a me ajudar na elaboração deste trabalho.

À minha mãe Joana Darck (*in memoriam*) pela educação, pelos ensinamentos e por todo amor que deu-me.

Aos meus irmãos Gerson e Claudiane pelo apoio, compreensão e pelas orações em meu favor. Aos meus sobrinhos Filipe e Daniel, Às minhas primas Rafaelle, Raiandra e Raiane pelos dias contados para o meu retorno ao nosso lar. Aos meus tios, primos e cunhados pelas palavras de apoio que deram-me durante o curso.

Às minhas avós Raimunda (*in memoriam*) e Ana (*in memoriam*) que durante o curso de mestrado tiveram que partir aumentando ainda mais a saudade. Agradeço por cada conselho que elas me deram.

À minha primeira professora Lourdes, por ter me alfabetizado com tanta paciência ensinou-me a ler e escrever.

Ao tio Binga (*in memoriam*), meu tio avô, homem bom que comprava as folhas de papel com pauta e fazia meus cadernos para eu estudar.

Agradeço aos meus colegas de moradia Clark Alberto e Halina pelo companheirismo e compreensão nas horas de estresse e da saudade da família que tivemos que suportar.

À Jéssica, Alex Sanches e Poliana, pelos momentos em que pudemos compartilhar conhecimentos nos estudos da disciplina de estatística.

À Dra. Aloyséia pelo incentivo que deu-me para prosseguir minha carreira acadêmica e por ter acreditado em mim.

Agradeço à Luana, Neville e Edvânia, meus cooperadores de experimentos. Em destaque à Luana, pessoa esforçada, dedicada, perseverante, até mesmo quando os ácaros fugiam, ela não desistiu dos experimentos.

Aos meus colegas Ítalo e Josielma pela mão amiga que estenderam-me diante das dificuldades.

À Neurilan, amiga de todos os momentos, pela paciência que sempre teve para esperar-me no RU enquanto eu mastigava o alimento.

A todos os colegas do Laboratório de Acarologia que sempre ou em algum momento deram-me o prazer de estar perto: Edvânia, Viviane, Neville, Júnior, Jakson, Janmison, Luana, Rosenya, Eduardo, Vinicius, Neurilan. E a Jairo, pelo companheirismo, respeito e dedicação, que cuidava dos canteiros de feijão-de-porco para a criação dos ácaros, sempre atencioso com todos.

Aos graduandos de agronomia, pelo prazer de tê-los como alunos durante o estágio a docência.

Aos irmãos em Cristo, pelas orações, especialmente à irmã Ruthyevely e família pelo apoio.

À Dra. Nívia da Silva Dias Pini pela disponibilidade em me co-orientar.

Aos professores do programa de Fitotecnia, dos quais tive a oportunidade de obter conhecimento (*Dr. Patrik Pastori, Dra. Nívia Dias, Dr. Wagner Melo, Dra. Raquel, Dr. Esmeraldo e Dr. Fanuel*).

Aos funcionários da Universidade Federal do Ceará pelos serviços prestados e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação profissional

“O que as suas mãos tiverem que fazer, que o façam com toda a sua força, pois na sepultura, para onde você vai, não há atividade nem planejamento, não há conhecimento nem sabedoria.” (Eclesiastes 9:10)

RESUMO

A mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis 1846), é considerada uma das principais pragas do cajueiro contudo não há produtos registrados para seu controle. Uma possível alternativa do seu controle é a utilização de ácaros predadores da família Phytoseiidae, como agentes de controle. Em países da Europa e na América do Norte, os fitoseídeos *Amblydromalus limonicus* (Graman & McGregor), *Amblyseius swirskii* (Athias Henriot) (Acari: Phytoseidae) e *Euseius gallicus* (Kreiter & Tixier) (Acari: Phytoseidae) tem sido utilizados contra uma outra espécie de mosca-branca, a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Contudo, o potencial de ácaros predadores contra a mosca-branca-do-cajueiro ainda não foi avaliado. O cajueiro apresenta uma acarofauna ainda pouco explorada, no entanto é sabido que algumas espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae ocorrem naturalmente sobre folhas do cajueiro, e algumas destas espécies podem ser eficientes no controle da mosca-branca-do-cajueiro. A utilização de ácaros predadores poderia compor uma das ferramentas do manejo integrado desta praga, quer seja através da conservação ou liberações desses organismos. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de predação, desenvolvimento e reprodução de *Amblyseius largoensis* e *Euseius concordis* sobre *Aleurodicus cocois*, através de experimentos de resposta funcional e biologia. Os ácaros foram avaliados em laboratório sob temperatura de 25 ± 1 °C, Umidade Relativa a $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h, alimentados com ovos de mosca-branca-gigante coletados de folhas de cajueiro infestadas naturalmente. Os ácaros testados apresentaram potencial para o controle biológico da mosca-branca-gigante, especialmente em baixas densidades da praga. Os ovos de mosca-branca-gigante proporcionaram o desenvolvimento das duas espécies testadas. Porém o alimento não favoreceu a reprodução de *Euseius concordis*. Dessa forma, *Amblyseius largoensis* é a espécie mais promissora para o controle da mosca-branca-gigante.

Palavras-chave: *Aleurodicus cocois*. *Anacardium occidentale*. Controle biológico. Phytoseiidae.

ABSTRACT

The cashew whitefly, *Aleurodicus cocois* (Curtis 1846), is considered one of the main plagues of the cashew tree however there are no products registered for its control. A possible alternative of their control is the use of predatory mites of the family Phytoseiidae, as control agents. In Europe and North America, phytoseiids *Amblydromalus limonicus* (Graman & McGregor), *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) and *Euseius gallicus* (Kreiter & Tixier) (Acari: Phytoseiidae) have been used against another species of whitefly, to *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). However, the potential of predatory mites against the cashew whitefly has not yet been evaluated. However, it is known that some species of predatory mites of the Phytoseiidae family occur naturally on leaves of the cashew tree, and some of these species may be efficient in controlling the cashew whitefly. The use of predatory mites could be one of the tools of the integrated management of this pest, whether through the conservation or release of these organisms. The objective of this work was to evaluate the potential for predation, development and reproduction of *Amblyseius largoensis* and *Euseius concordis* on *Aleurodicus cocois*, through functional response and biology experiments. The mites were evaluated in a laboratory at a temperature of 25 ± 1 °C, Relative Humidity at $70 \pm 10\%$ and photoperiod of 12 h, fed with giant whitefly eggs collected from naturally infested cashew leaves. The mites tested showed potential for biological control of the giant whitefly, especially at low pest densities. The giant whitefly eggs provided the development of the two species tested. But the food did not favor the reproduction of *Euseius concordis*. Thus, *Amblyseius largoensis* is the most promising species for the control of the giant whitefly.

KEYWORDS: *Aleurodicus cocois*. *Anacardium occidentale*. Biological control. Phytoseiidae.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição geográfica de <i>Aledics cocois</i>	15
Figura 2 - Número (A) e proporção (B) de ovos da mosca-branca-gigante consumidos por <i>A. largoensis</i> e <i>E. concordis</i>	37
Figura 3 - Pico e variação de consumo de ovos de mosca-branca-gigante por <i>Amblyseius largoensis</i> e <i>Euseius concordis</i>	38
Figura 4 - Desenvolvimento e reprodução de imaturos de <i>A. largoensis</i> e <i>E. concordis</i> alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.	51
Figura 5 - Curvas de sobrevivência (A) e tempo médio de sobrevivência (B) de fêmeas de <i>A. largoensis</i> e <i>E. concordis</i> alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros gerais das regressões do número de ovos de mosca-branca-gigante consumidos por <i>A. largoensis</i> e <i>E. concordis</i>	36
Tabela 2 - Equação de Holling e Tipo de resposta funcional de <i>A.largoensis</i> e <i>E. concordis</i> alimentados com ovos da mosca-branca-gigante	36
Tabela 3 - Parâmetros (\pm EP) da resposta funcional de <i>Amblyseius largoensis</i> e <i>Euseius concordis</i> alimentados com ovos da mosca-branca-gigante.	37
Tabela 4 - Parâmetros reprodutivos de <i>A. largoensis</i> e <i>E. concordis</i> alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 MOSCA-BRANCA-DO-CAJUEIRO, ALEURODICUS COCOIS (CURTIS, 1846) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE).....	13
2.1.1 ASPECTOS BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS.....	13
2.1.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	14
2.1.3 PLANTAS HOSPEDEIRAS	15
2.1.4 INJÚRIAS E DANOS OCASIONADOS POR ALEURODICUS COCOIS.....	16
2.1.5 MÉTODOS DE CONTROLE	17
2.2 ÁCAROS PREDADORES COMO POTENCIAIS AGENTES DE CONTROLE DA MOSCA-BRANCA-GIGANTE	18
REFERÊNCIAS.....	21
3. AMBLYSEIUS LARGOENSIS E EUSEIUS CONCORDIS POTENCIAIS AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DA MOSCA-BRANCA-GIGANTE, ALEURODICUS COCOIS	25
4. PERFORMANCE BIOLÓGICA DOS ÁCAROS PREDADORES AMBLYSEIUS LARGOENSIS E EUSEIUS CONCORDIS ALIMENTADOS COM OVOS DE ALEURODICUS COCOIS.....	39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO GERAL

Este trabalho trata-se de uma tentativa de determinar espécies promissoras de ácaros predadores da família Phytoseiidae de ocorrência em plantas de *Anacardium occidentale* L. para o controle da mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis). As espécies testadas foram relatadas em plantas de caju na Universidade Federal do Ceará, campus do Pici (Monteiro *et al.*, 2017). Este é o primeiro trabalho voltado para o controle da mosca-branca-do-cajueiro testando ácaros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mosca-branca-do-cajueiro, *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae)

2.1.1 Aspectos biológicos e ecológicos

As moscas-brancas compreendem um complexo de espécies de insetos sugadores pertencentes à família Aleyrodidae. Neste complexo, destacam-se os gêneros *Bemisia*, *Aleurothrixus*, *Dialeurodes*, *Trialeurodes* e *Aleurodicus* devido à ampla gama de plantas hospedeiras (polípagos), possibilidade de serem vetores de viroses, elevada capacidade de evoluírem para resistência aos inseticidas e, conseqüentemente, devido a elevadas perdas ocasionadas sobre diversos cultivos (Byrne & Bellows 1991).

Aleurodicus cocois (Curtis, 1846) também conhecida como mosca-branca-do-cajueiro ou mosca-branca-gigante (devido ao maior tamanho em relação aos demais gêneros da família Aleyrodidae), é um inseto cosmopolita, polífago e que alimenta-se através de sucção da seiva elaborada (oriunda dos vasos liberianos da planta, floema). Este inseto possui aparelho bucal do tipo sugador labial, com canal de sucção e de saliva formados pela justaposição dos estiletos maxilares (Byrne & Bellows 1991).

De um modo geral, as moscas-brancas são consideradas hemimetabólicas, entretanto possuem desenvolvimento muito próximo dos insetos holometabólicos. As moscas-brancas apresentam os estágios de ovo, ninfa e adulto, sendo que o estágio imaturo se subdivide em quatro, ninfa I, II, III e IV (Gill 1990). Este último tem sido inapropriadamente citado como “pupa”, “pupário” ou “pseudopupa” (Bemis 1904; Gill 1990), uma vez que não se observa qualquer tipo de metamorfose caracterizando a passagem para um novo estágio (Villas Bôas *et al.* 1997). Adicionalmente, foi verificado que não ocorre a paralização total da alimentação no último estágio ninfal (ninfal IV), reforçando a inadequabilidade do termo pupa, e diferenciando este tipo de metamorfose da paurometabolia. Dessa forma, alguns autores têm

classificado a metamorfose destes insetos de neometabolía, um subtipo dentro de hemimetabolía (Gallo *et al.* 2002)

Os ovos da mosca-branca-gigante são observados na face abaxial das folhas de cajueiro, dispostos em forma de espiral. Estes são fixados as folhas através de um curto pedúnculo localizado no polo mais dilatado do ovo (Gondim 1982). Os ovos medem ~ 0,25 mm de comprimento, apresentam inicialmente coloração branca e tornam-se amarelo-escuro à medida que ocorre o desenvolvimento do embrião (Gondim 1982).

A eclosão da ninfa ocorre por uma fenda longitudinal aberta no ovo, na sua parte mais larga (Arruda 1971). As ninfas são achatadas e elípticas (Gondim 1982; Melo & Bleicher 1998, 2002). Em inglês, o primeiro ínstar ninfal é denominado de “crawler” devido à ninfa se arrastar para se locomover. Apenas no primeiro ínstar as ninfas são móveis, neste ínstar os insetos buscam por um local adequado para alimentação, onde permanecerão até o final do estágio. Com o desenvolvimento das ninfas, estas passam por ecdises, crescem em tamanho, tem suas pernas reduzidas a topos não funcionais, e desenvolvem um revestimento de cera branca (Martin 1987). Independentemente do estágio ninfal, são observados sete pares de glândulas compostas, no dorso, a partir das quais saem filamentos de cera, vítreos e quebradiços, os quais são mais visíveis a partir do terceiro ínstar ninfal (Arruda 1971). No último ínstar ninfal são observados abundância de pêlos ceríferos em forma de franja circundando o corpo do inseto. Próximo a emergência, o adulto torna-se visível pelo tegumento, o adulto rompe o tegumento por uma fenda longitudinal em forma de “T” invertido, que se origina na cabeça e se estende até a separação do tórax e abdômen (Gondim 1982).

O adulto da mosca-branca-gigante assemelha-se a uma mosca (2 mm de comprimento e 4 mm de envergadura), de cor branca, com quatro asas membranosas cobertas de uma secreção pulverulenta (Gondim 1982; Melo & Bleicher 1998). Após a emergência, os adultos permanecem algum tempo (dias) sobre as folhas, onde através de seus poros abdominais é secretado uma camada de cera em pó sobre suas asas (Martin 1987). Os adultos iniciam a alimentação alguns dias após a emergência e a cópula pode ocorrer tão logo os machos e fêmeas se encontrem, a oviposição inicia-se em média de três a quatro dias após a cópula (Gondim 1982).

2.1.2 Distribuição geográfica

A mosca-branca-gigante está presente na América do Norte (México), América Central (Trinidad e Tobago, Barbados, Jamaica, República Dominicana, Costa Rica, Porto

pimentas-do-reino (*Piper nigrum* L.), romãzeira (*Punica granatum* L.), seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell), tomateiro (*Solanum lycopersicum*), e ainda sobre plantas ornamentais (*Brya ebenus*, *Cercis canadenses*, *Chrysobalanus icaco*, *Coccoloba uvifera*, *Licania tomentosa*, *Oncidium cavendishianum*, *Prichardia pacifica*, *Ptychosperma macarthurii*, *Veitchia merrillii*, *Washingtonia robusta*) (Silva 1977; Melo & Bleicher 1998; Núñez 1998; Souza & Lemos 2004; Vergara 2004; Evans 2007; Defesa vegetal 2017; Plantwise 2017).

2.1.4 Injúrias e danos ocasionados por *Aleurodicus cocois*

Independente da planta hospedeira, as injúrias provocadas pela mosca-branca-gigante podem ser classificadas em diretas e indiretas, as quais podem reduzir drasticamente a produção e/ou levar a morte das plantas (Gallo *et al.* 2002). As injúrias diretas advêm da alimentação do inseto, que succiona a seiva elaborada da planta direto do floema, com consequente redução no vigor, aparecimento de clorose, murcha e queda de folhas e, em infestações elevadas pode levar até a morte da planta (Byrne & Bellows 1991). As injúrias indiretas surgem devido a excreção de um exsudato açucarado (honeydew) depositado sobre as folhas, favorecendo o crescimento de fungos saprófitos (*Capnodium* spp. - fumagina). O crescimento/desenvolvimento do fungo sobre as folhas faz com que estas tornem-se escuras e tenham sua fotossíntese reduzida, ademais, as folhas ao receberem radiação solar desidratam, secam e caem (Byrne & Bellows 1991). Elevadas infestações são caracterizadas pela presença de todos os estágios de desenvolvimento (ovos, ninfas e adultos) da mosca-branca-gigante na face inferior da folha e ocorrência da fumagina na face superior da folha (Melo & Bleicher 1998).Dentre as espécies botânicas citadas como hospedeiras da mosca-branca-gigante, destaca-se o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). Até meados dos anos 70, eram observados apenas pequenos focos de infestação da mosca-branca-gigante, com populações discretas, as quais não alcançavam nível de dano econômico (Melo & Bleicher 1998). Alguns autores relacionavam a mosca-branca-gigante como praga secundária do cajueiro (Parente & Santos 1970). Poucos anos depois alguns pesquisadores já se referiam a mosca-branca-gigante como praga-chave da cultura do cajueiro (Arruda 1971; Dunham & Andrade 1971; Silva & Cavalcante 1977). A justificativa para essa modificação no status de praga da mosca-branca-gigante na cultura do cajueiro é que nesse período o governo federal passou a incentivar o cultivo com esta anacardiácea, dessa forma foram desmatadas áreas extensas, formando-se monocultivos, ensejando o desequilíbrio ambiental e consequentemente contribuindo para o aumento da incidência e severidade da mosca-branca-gigante (Bleicher & Melo 1993).

Apesar da importância econômica da cultura do cajueiro e da elevada incidência da mosca-branca-gigante sobre esta cultura são escassos estudos que quantifiquem o impacto desse artrópode sobre o cajueiro. De acordo com Carneiro *et al.* (2006) em 2000 e 2001, no estado do Piauí, as elevadas infestações da mosca-branca-gigante sobre o cajueiro provocou uma queda de 90% na produtividade em relação a 1999 (350 kg/ha). Em estados não tradicionais no cultivo do cajueiro, como é o caso do Rio de Janeiro, já foram observadas reduções de 70% da produtividade, devido ao ataque da mosca-branca-gigante (Castro & Siqueira Filho 2006).

2.1.5 Métodos de controle

A maioria dos cultivos de cajueiro no Brasil são manejados de forma extrativista, normalmente, conduzidos por famílias de baixa renda, as quais, na maioria das vezes, não efetuam tratamentos culturais quer sejam nutricionais ou fitossanitários (Lima *et al.* 2010). Essa realidade tem dificultado o controle de pragas sobre esta anacardiácea.

Contudo, atualmente inexistem produtos registrados para esta cultura e praga junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (AGROFIT 2017). Curiosamente, no site do MAPA a mosca-branca-gigante se quer aparece no registro de pragas. Isto quer dizer que independente da cultura hospedeira da mosca-branca-gigante o produtor estará dependente de métodos não químicos.

Métodos alternativos de controle da mosca-branca-gigante têm sido investigados. Vieira (2007) demonstrou, em condições de laboratório, que detergente neutro a 10% apresentou mortalidade de 42% sobre a mosca-branca-gigante, sugerindo o potencial da associação dessa substância com outro método adicional para obtenção de um controle eficaz. Silva *et al.* (2008) avaliaram o potencial de óleos vegetais sobre ovos e ninfas da mosca-branca-gigante. Os efeitos sobre ovos apresentaram grande variabilidade, porém alguns óleos, tais como aqueles provenientes de mamona, nim e soja, apresentaram elevada eficiência contra ninfas da mosca-branca-gigante (mortalidade superior a 90% entre o segundo e quinto dia após a aplicação). Contudo, existe a possibilidade de efeitos letais e sub-letais sobre organismos não alvos presentes na cultura do cajueiro, como por exemplo, polinizadores.

Estratégias biológicas contra a mosca-branca-gigante tem sido pouco exploradas, a maioria dos estudos apenas reportam associações de inimigos naturais com a mosca-branca-gigante. No Brasil, alguns predadores são encontrados em associação com a mosca-branca-gigante, a saber: coccinélidos dos gêneros *Nephasis* (*Nephasis sp.*) e *Scymnus* (*Scymnus spp*) (Arruda 1970; Bleicher & Melo 1996), crisopídeos dos gêneros *Chrysoperla* (*Chrysoperla*

sp.), *Ceraeochrysa* (*Ceraeochrysa caligata*, *Ceraeochrysa cincta* e *Ceraeochrysa claveri*), e *Chrysopa* (*Chrysopa* sp.) (Trindade & Lima 2012; Vieira 2007; Silva *et al.* 1989; Santos *et al.* 2015; Bleicher & Melo 1996). Em relação aos parasitoides apenas dois são relatados em associação com a mosca-branca-gigante na cultura do cajueiro no Brasil, sendo eles: um díptero da família Syrphidae (*Baccha* sp.) e um himenóptero da família Ichneumonidae (*Habryllia cosmeta* Walkley) (Bleicher & Melo 1996). Quanto aos microrganismos, apesar de não serem observadas epizootias em campo, algumas espécies de fungos, como: *Metarhizium anisopliae* (Metsch.), *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Paecilomyces* sp., tiveram seus potenciais de patogenicidade avaliados contra a mosca-branca-gigante (Vieira 2007). No entanto, o percentual de mortalidade alcançada em concentrações diagnósticas (1×10^9 conídios/ml) não ultrapassou 30%.

Como visto, além de não existir recomendações de natureza química (produtos fitossanitários registrados) são escassas informações sobre a ocorrência e potencial de inimigos naturais contra a mosca-branca-gigante. O desenvolvimento de um programa de manejo integrado da mosca-branca-gigante necessita de conhecimentos sobre a fauna benéfica, bem como dos seus impactos na redução dos níveis populacionais da mesma. A biodiversidade e a importância econômica dos agentes biocontroladores da mosca-branca-gigante na cultura do cajueiro são aspectos de manejo da cultura que ainda não foram estudados com profundidade.

2.2 Ácaros predadores como potenciais agentes de controle da mosca-branca-gigante

As principais famílias de ácaro predador são: Anystidae, Bdellidae, Cheyletidae, Cunaxidae, Phytoseiidae e Stigmaeidae (Yaninek & Moraes 1991; Gerson *et al.* 2003). Dentre esses, destacam-se os fitoseídeos por serem os mais abundantes e diversos em plantas cultivadas e silvestres (Moraes *et al.* 2002).

Os fitoseídeos apresentam os estágios de ovo, larva (3 pares de pernas), ninfa (protoninfa e deutoninfa, 4 pares de pernas) e adulto (4 pares de pernas), quando adultos, raramente são maiores do que 0,5 mm. Os fitoseídeos são caracterizados taxonomicamente por apresentarem: estigma associado a peritrema entre as coxas II e IV; queliceras em forma de pinça; tarso do palpo com apotele dividido na região interno proximal; um único escudo dorsal, nos estágios de deutoninfa e adulto, com no máximo de 24 pares de setas; e espermateca visível (Chant 1965). Esses ácaros movem-se mais rapidamente do que suas presas e comumente são brilhantes. Possuem ciclo de vida curto (em condições favoráveis de clima e com disponibilidade de alimento), podem completar o desenvolvimento de ovo até

adulto em aproximadamente uma semana. O período de oviposição geralmente varia entre 15 e 30 dias, sendo que as fêmeas ovipositam em média dois ovos por dia, dependendo da espécie e da fonte de alimento dentre outros fatores (Moraes & Flechtmann 2008).

Quanto ao hábito alimentar os fitoseídeos podem ser classificados em quatro tipos: Tipo I – Predadores especialistas (subtipo a – especializados na alimentação sobre ácaros do gênero *Tetranychus* (Tetranychidae); subtipo b – especializados na alimentação sobre gêneros de Tetranychidae que produzem teias complexas (Cw-u); subtipo c – especializados na alimentação sobre a superfamília (Tydeoidea); Tipo II – predadores especializados em Tetranychidae (vários gêneros); Tipo III – predadores generalistas, alimentam-se de uma diversidade de presas tais como ácaros tarsonemídeos, ácaros tenuipalpídeos, cochonilhas, tripes e mosca-branca, (subtipo a – habitam folhas com tricomas; subtipo b – habitam folhas glabras; subtipo c – habitam espaços confinados em plantas dicotiledôneas; subtipo d - habitam espaços confinados em plantas monocotiledôneas; e - habitam o solo); Tipo IV – generalistas que preferem pólen como fonte alimentar (McMurtry *et al* 2013).

Ácaros fitoseídeos são os mais estudados e utilizados em programas de controle biológico (McMurtry *et al* 2013). Programas de controle biológico apoiados no emprego de ácaros predadores é uma realidade em diversos países, como exemplo temos: o controle do ácaro-vermelho europeu, *Panonychus ulmi* (Koch), nos Estados Unidos e na Europa sendo controlado eficientemente utilizando algumas espécies de ácaros predadores fitoseídeos (*Neoseiulus fallacis* (Garman) e *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) nos EUA e *Amblyseius andersoni* (Chant) e *Typhlodromus pyri* Scheuten na Europa) de ocorrência natural naquelas regiões (Moraes 1991; McMurtry 1991); o controle do ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar), na África através da introdução de fitoseídeos *Amblydromalus manihoti* (Moraes), *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma e *Typhlodromalus aripo* De Leon, coletados no Brasil (Yaninek & Hanna 2003); o controle do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, em fruteiras e ornamentais no Brasil, em casa-de-vegetação e campo, através de liberações periódicas de *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Watanabe *et al.* 1994; Sato *et al.* 2002; Poletti 2007); o controle da mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) em muitos países europeus e na América do Norte com o ácaro *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Nomikou *et al.* 2003).

No Brasil, a fauna de fitoseídeos é bastante diversificada compreendendo, atualmente, pouco mais de 200 espécies (Demite *et al.* 2017). No entanto, o cajueiro apresenta uma acarofauna ainda pouco explorada. Sabe-se que algumas espécies de ácaros predadores da

família Phytoseiidae ocorrem naturalmente sobre folhas do cajueiro (Lima & Gondim Jr 2008). Algumas destas espécies podem ser eficientes no controle da mosca-branca-gigante. A utilização de ácaros predadores poderia compor uma das ferramentas do manejo integrado desta praga, quer seja através da conservação ou liberações desses organismos.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial das principais espécies de fitoseídeos sobre a *A. cocois* através de experimentos de resposta funcional (predação) e biologia (desenvolvimento e reprodução). É importante ressaltar que esta é a primeira tentativa neste sentido, porém em alguns países da Europa e também no Brasil o potencial de ácaros fitoseídeos contra outras espécies de mosca-brancas tem sido investigado (Nomikou *et al.* 2003).

REFERÊNCIAS

- Agrofit. (2017). *Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários*. Consulta de Praga/Doença. Acessado em: 13 de abril de 2017.
- Arruda, E.C. (1970) Nota prévia sobre uma nova espécie do gênero *Nephaspis* (Coleoptera, Coccinellidae) predadora do *Aleurodicus cocois* em Pernambuco. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 45, 156pp.
- Arruda, E.C. (1971) *Contribuição ao estudo de Aleurodicus cocois Curtis, 1846 (Homoptera: Aleyrodidae) e seu controle biológico em Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Piracicaba-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 70pp.
- Bemis, F.E. (1904) *The aleyrodids, or mealy-winged flies, of California, with references to other American species*, Vol. 27. United States National Museum. pp. 471-53.
- Bleicher, E. & Melo, Q.M.S. (1993) *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. Fortaleza: Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical- CNPAT, Documentos, 9, 33pp.
- Bleicher, E. & Melo, Q.M.S. (1996) *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. 2ª. ed. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical- CNPAT, Documentos 9, 35pp.
- Byrne, D.N. & Bellows, T.S.Jr. (1991) Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36, 431-457.
- Carneiro, J.S., Silva, P.H.S. & Rêgo, M.T. (2006) *Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro Aleurodicus cocois na cajucultura do Piauí*. ReHAgro- recursos humanos do agronegócio.
- Castro, G.A.P.R. & Siqueira Filho, A. (2006) Impactos da mosca-branca na cajucultura Sanjoanense. Relatório da Prefeitura de São João da Barra, Rio de Janeiro.
- Chant, D.A. (1965) Generic Concepts in the Family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) 1, 2. *The Canadian Entomologist*, 97, 351-374.
- Defesa vegetal. (2017) <http://www.defesavegetal.net/aledco>. acessado em: 05 de maio de 2017
- Demite, P.R., Moraes, G.J., McMurtry, J.A., Denmark, H.A. & Castilho, R.C. (2017) *Phytoseiidae Database*. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae. Acessado em: 04 de maio de 2017.
- Dunham, O. & Andrade, S.N. (1971) *Ocorrência da mosca-branca, Aleurodicus cocois (Curtis, 1946), como praga do cajueiro (Anacardium occidentale L.) no estado da Bahia*. Boletim do instituto Biológico, 10: 32-36.
- Evans, G.A. (2007) *Host plant list of the whiteflies (Aleyrodidae) of the world*. USDA. Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), pp. 1-290.89

- Gallo, D., Nakano, O., Neto, S.S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C.E., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramin, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S. & Omoto, C. (2002) *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 920pp.
- Gerson, U., Smiley, R.L. & Ochoa, R. (2003) *Mites (acari) for pest control*. Oxford: Blackwell Science, 539pp.
- Gill, R.J. (1990) The morphology of whiteflies. In *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Managemenf*. Hampshire, UK: Intercept Ltd. Ch. 2. pp. 13-44.
- Gondim, M.T.P. (1982) *Ciclo biológico da mosca branca do cajueiro (Aleurodicus cocois Curtis, 1846)*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, pp. 46.
- Lima, D.B. & Gondim Jr, M.G.C. (2008) Diversidade de ácaros em *Anacardium occidentale* (L.) no campus da Universidade Federal Rural De Pernambuco. In: *XXII Congresso Brasileiro de Entomologia*, Uberlândia, 1.
- Lima, S.S., Khan A.S., Lima, P.S., Leite, L.A.S. & Mattos, A.L.A. (2010) *Nível Tecnológico e fatores de decisão para adoção de tecnologia na produção de caju no Ceará*, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical-Artigo em periódico indexado (ALICE).8, 121 – 145
- Martin, J.H. (1987) An identification guide to commom whitefly pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidade). *International Journal of Pest Management*, 33, 298-322.
- McMurtry, J.A. (1991) Augmentative releases to control mites in agriculture, p.151-157. In F. Dusbábek & V. Bukva (Eds.), *Modern acarology*. The Hague, SPB Academic Publishing, v.1.151-157
- Mcmurtry, J.A., Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (acari: phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and applied Acarology*, London, 18, 297-320.
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (1998) Pragas Do Cajueiro. In: Sobrinho, R.B., Cardoso, J.E. & Freire, F.C. 1998. *Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial* (eds.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical-CNPAT, pp. 53-79.
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (2002) Identificação e manejo das principais pragas. In: Melo, Q.M.S. *Caju fitossanidade* (Ed.). Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical-CNPAT, cap. 1, 9-34.
- Melo, Q.M.S. & Cavalcante, R.D. (1979) *Incidence of the whitefly Aleurodicus cocois in cashew plantations in Ceara*. Preliminary results. *Fitossanidade*, v. 3, n. 1/2, p. 5 6.
- Moraes, G.J. & Flechtmann, C.H.W. (2008) *Manual de acarologia*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 288pp.
- Moraes, G.J. (1991) *Controle biológico de ácaros fitófagos*. Informe Agropecuário, 15, 56-62

- Moraes, G.J., Parra, J.R.P., Botelho, P.S.M., Corrêa-Ferreira, B.S. & Bento, J.M.S. (2002). Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. Barueri, Editora Manole Ltda., XXIII 609, 225-237.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Experimental & applied acarology*, 31, 15-26.
- Núñez, E. (1998) Los Aleyrodidae peruanos y sus controladores biológicos. In *XL Convención Nacional de Entomología*, Ica. Sociedad Entomológica del Perú, Lima, Perú. 5pp.
- Parente, J.I.G. & Santos, J.H. (1970) *A importância da cultura do cajueiro em especial para o nordeste brasileiro*. Correio Agrícola, 3, 42-45.
- Plantwise (2017) <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=4139>. Acessado em: 05 de maio de 2017.
- Poletti, M. (2007) *Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores Neoseiulus californicus (McGregor) e Phytoseiulus macropilis (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae)*. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.166pp
- Santos, E.S., Gomes, A.A.H., Pini, N.S.D. & Chagas, F.V. (2015) Dinâmica populacional de *Aleurodicus cocois* e seu inimigo natural *Chrysoperla* sp. em genótipos de cajueiro-anão. In: *II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste*, Fortaleza. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Agroindústria Tropical, 2pp.
- Sato, M.E., Silva, M.D., Gonçalves, L.R., Souza Filho, M.D. & Raga, A. (2002) Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. *Neotropical Entomology*, 31, 449-456.
- Silva, A.B. (1977) *Aleurodicus cocois* (Curtis, (846) atacando pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) no estado do Pará. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. Jaboticabal, 6, 136-137.
- Silva, A.G., Gonçalves, C.R., Galvão, D.M., Gonçalves, A.J.L., Gomes, J., Silva, M.Do N. & Simoni, I. (1968) *Quarto Catálogo dos Insetos que Vivem nas Plantas do Brasil: seus parasitos e predadores*. Rio de Janeiro: Serviço de Defesa Sanitária Vegetal. Parte II, Tomo 1. 622pp.
- Silva, P.H.S., Carneiro, J.S., Castro, M.J.P. & Lopes, M.T.R. (2008) Ação biocida de óleos vegetais em ovos e ninfas da mosca-branca-do-cajuieiro e operárias de *Apis mellifera* L. Teresina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio-Norte, Comunicado Técnico, 205, 4pp.
- Silva, P.H.S., Lima, F.N. & Moura, M.M. (1989) Controle da mosca branca do cajueiro *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Homoptera, Aleyrodidae) pelo bicho lixeiro (*Chrysopa* sp. (Neuroptera, Chrysopidae). In: *Congresso Brasileiro De Entomologia*, Resumos. Belo

Horizonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -CNPMS / Empresa de assistência técnica e extensão rural-GO, 211pp.

Silva, Q.M.A. & Cavalcante, R.D. (1977) *Ocorrência da mosca branca (Aleurodicus cocois Curtis (Hom. Aleyrodidae) como praga do cajueiro (Anacardium occidentale L.) no Estado do Ceará*. Fitossanidade, Fortaleza, 2, 13 – 14

Souza, L.A. & Lemos, W.P. (2004) Prospecção de insetos associados ao açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em viveiro e proposições de controle. *Revista de Ciências Agrárias*, 42, 231-241.

Trindade, T. & Lima, A.F. (2012) Predação de moscas-brancas por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: Chrysopidae) no Brasil. *Entomotropica*, 27, 71-75.

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

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

Villas Boas, G.L., Franca, F.H., De Ávila, A.C. & Bezerra, I.C. (1997) *Manejo integrado da mosca branca Bemisia argentifolii*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPH. Circular Técnica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Hortícolas. pp.12.

Watanabe, M.A., Moraes, G.J., Gastaldo Jr,I. & Nicoletta, G. (1994) Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseideos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio Ambiente- *Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Yaninek, J.S. & Hanna, R. (2003) Cassava green mite in Africa: a unique example of successful classical biological control of a mite pest on a continental scale. In: Orgemeister, P., Borgemeister, C. And Langewald, J. (Eds.). *Biological control in IPM systems in Africa*, CABI. pp. 61-75.

Yaninek, J.S. & Moraes, G.J. (1991) A synopsis of classical biological control of mites in agriculture. In: DUSBABECK, F.; BUKVA, V. (eds.), *Modern acarology*. Prague: Academia. pp.133-149.

3. *Amblyseius largoensis* E *Euseius concordis* POTENCIAIS AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DA MOSCA-BRANCA-GIGANTE, *Aleurodicus cocois*

RESUMO

A fauna de fitoseídeos em plantas de caju tem sido pouco explorada. Algumas das espécies que comumente ocorrem em plantas de caju podem ser potencialmente úteis para o controle de diferentes pragas, incluindo a mosca-branca-gigante uma das principais pragas do cajueiro. O presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta funcional de *Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius concordis* (Chant), espécies de fitoseídeos comumente encontradas em cajueiro, frente a diferentes densidades de ovos da mosca-branca-gigante. Para ambos os predadores foi observado um crescimento gradual no número de ovos consumidos e uma tendência a estabilização nas maiores densidades. Proporcionalmente, o consumo de ovos decresceu com o aumento das densidades de ovos ofertados, indicando resposta funcional tipo II. *Amblyseius largoensis* apresentou uma maior taxa de ataque do que *E. concordis*. Contudo, os predadores não diferiram quanto ao tempo de manipulação de presas, quanto ao pico de consumo estimado e quanto à variação no consumo de presas. Os resultados sugerem que as duas espécies são potenciais agentes de controle biológico da mosca-branca-gigante-do-cajueiro, especialmente em condições de baixa densidade populacional da praga.

Palavras-chave: Ácaros predadores. Phytoseiidae. Resposta funcional. Predação. caju

ABSTRACT

The fauna of phytoseiids in cashew plants has been little explored. Some of the species that commonly occur in cashew plants may be potentially useful for the control of different pests, including the giant whitefly one of the main plagues of the cashew tree. The objective of this study was to evaluate the functional response of *Amblyseius largoensis* (Muma) and *Euseius concordis* (Chant), phytoseiid species commonly found in cashew trees, in relation to different egg densities of the giant whitefly. For both predators a gradual growth was observed in the number of eggs consumed and a tendency to stabilize at higher densities. Proportionally, egg consumption decreased with increased egg densities, indicating type II functional response. *Amblyseius largoensis* presented a higher attack rate than *E. concordis*. However, predators did not differ in terms of prey handling time, estimated peak consumption, and variation in prey consumption. The results suggest that the two species are potential biological control agents of the cashew tree giant fly, especially in conditions of low population density of the pest.

KEYWORDS: Predator mites. Phytoseiidae. Functional response. Predation. Cashew

INTRODUÇÃO

A mosca-branca-gigante, *Aleurodicus cocois* (Curtis) (Hemiptera: Aleurodidae), assim como as demais espécies referidas como moscas-brancas compreendem organismos polívoros e amplamente distribuídos (Martin 1987; Byrne *et al.* 1990; Evans 2007). De um modo geral, as moscas-brancas apresentam elevada importância econômica devido às injúrias diretas e indiretas que causam sobre as plantas hospedeiras, provocando danos sobre as mesmas. (Byrne & Bellows 1991). As injúrias diretas são ocasionadas através da sucção de seiva enquanto que as indiretas envolvem a transmissão/disseminação de fitovírus e favorecimento do crescimento do fungo conhecido como fumagina (Byrne *et al.* 1990; Byrne & Bellows 1991). Como consequência dessas injúrias, as plantas atacadas podem apresentar redução no vigor, aparecimento de clorose, murcha e queda de folhas e, dependendo da infestação, até a morte da planta (Byrne *et al.* 1990; Byrne & Bellows 1991). Uma das principais espécies botânicas atacadas por *A.cocois* é o cajueiro, *Anacardium occidentale* L. (Bleicher & Melo 1996; Melo & Bleicher 2002; Mesquita & Braga Sobrinho 2013). O ataque da mosca-branca-gigante em plantas de caju pode resultar em reduções na produtividade entre 70 a 90 % (Carneiro *et al.* 2000; Castro & Siqueira Filho 2006).

No Brasil, o controle da mosca-branca-gigante na cultura do cajueiro é um desafio não só devido a características intrínsecas a praga, tais como fácil dispersão e alto potencial reprodutivo, mas também devido a questões legais, uma vez que inexistem produtos químicos, botânicos e/ou biológicos registrados para a praga e cultura (Agrofit 2018). Uma alternativa para seu controle seria a utilização de ácaros predadores da família Phytoseiidae como agentes de controle biológico. Em diversos países da Europa e na América do Norte os ácaros fitoseídeos *Amblydromalus limonicus* (Garnam & McGregor), *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot e *Euseius gallicus* (Kreiter & Tixier) têm sido utilizados contra a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) (Nomikou *et al.* 2003a; Hoogerbrugge *et al.* 2005; Knapp *et al.* 2013; Biobest 2018; EPPO 2018; Koppert 2018). No Brasil, algumas espécies de fitoseídeos (*A. limonicus*, *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* (Blommers) e *Neoseiulus tumus* (De Leon)) mostraram-se promissoras como agentes de controle biológico de *B. tabaci*

(Cavalcante *et al.* 2016). Até o presente inexistem estudos que avaliem o potencial de ácaros fitoseídeos contra a mosca-branca-gigante.

A fauna de fitoseídeos em plantas de caju tem sido pouco explorada. Algumas das espécies que comumente ocorrem nessa cultura podem ser potencialmente úteis para o controle de diferentes pragas, incluindo a mosca-branca-gigante. Uma das ferramentas que permite avaliar se a predação exercida por um organismo poderia resultar na redução da população alvo é a resposta funcional (Solomon 1949). A resposta funcional de um predador em função da densidade de uma presa particular segue um dos três modelos matemáticos estabelecido por Holling (Holling 1959a; b; 1961). A resposta funcional tipo I é caracterizada pelo consumo de presas na proporção direta de sua abundância. Na resposta funcional tipo II o consumo de presas aumenta com a densidade de presas mas desacelera gradualmente até alcançar um platô (saciação do predador) permanecendo constante independente da densidade de presas. A resposta funcional tipo III assemelha-se à resposta tipo II no fato de ambas apresentarem um limite superior para o consumo de presas mas difere dela no sentido de que a resposta dos predadores às presas é reduzida nas baixas densidades de presas. Predadores com respostas funcionais tipo III são referidos como agentes reguladores de populações de presas (Holling 1965), predadores com resposta funcional tipo II apresentam também esse potencial, no entanto são eficazes em baixas densidades de presas (Koehler 1999; Krebs 1978). Dessa forma, o presente estudo foi delineado para avaliar a resposta funcional de duas espécies de fitoseídeos frente a diferentes densidades de ovos da mosca-branca-gigante. As espécies escolhidas para serem testadas no presente estudo foram *A. largoensis* e *Euseius concordis* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) devido a ocorrência natural destes sobre plantas de caju (Lima & Gondim Jr 2008; Monteiro *et al.* 2017).

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e estabelecimento das unidades de criação dos ácaros predadores

Criações de *A. largoensis* e *E. concordis* foram estabelecidas separadamente e iniciadas com aproximadamente 100 indivíduos de cada espécie. Os predadores foram coletados diretamente de folhas de cajueiro, com o auxílio de um pincel de cerdas macias. As unidades de criação foram confeccionadas a partir de placas de PVC flexível de 10 x 10cm, as quais foram colocadas sobre um disco de espuma de polietileno (15 cm de diâmetro e 1 cm de espessura) no interior de bandejas plásticas (16 cm de diâmetro e 2,5 cm de profundidade). As

placas de PVC foram circundadas por algodão hidrófilo umedecido em água destilada para evitar a fuga dos ácaros. Os predadores foram alimentados com ácaros da espécie *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) fornecidos em fragmentos de folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) (contendo aproximadamente 100 indivíduos nos seus diferentes estágios de desenvolvimento) além de mel e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.). Os ácaros *T. urticae* foram provenientes de criações mantidas a mais de 2 anos no Laboratório de Manejo de Ácaros e Insetos sobre plantas de feijão-de-porco. Essa dieta tem sido utilizada para criação de diferentes espécies de fitoseídeos, possibilitando a rápida multiplicação dos mesmos. O alimento foi repostado a cada 2 dias. Cuidado foi tomado evitando infestações mutuas entre as colônias. As colônias foram mantidas a 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e 12 h de fotofase

Coleta de mosca-branca-gigante

Ovos de mosca-branca-gigante foram coletados sobre folhas de cajueiro infestadas naturalmente no Campus da Universidade Federal do Ceará. Os ovos foram cuidadosamente removidos com o auxílio de um pincel de cerdas macias e transferidos para unidades experimentais servindo como alimento para os predadores.

Resposta funcional

O experimento foi conduzido nas mesmas condições ambientais usadas para criação dos predadores. Arenas de privação alimentar idênticas aquelas anteriormente descritas (referidas como unidades de criação) foram utilizadas para manter fêmeas de cada uma das espécies de predador em privação alimentar por um período de 4h. Paralelamente, foram confeccionadas as unidades experimentais. Estas foram confeccionadas a partir de fragmentos de folhas de cajueiro (3x3cm) posicionados sobre um disco de espuma (9 cm de diâmetro e 1 cm de altura) colocada no interior de uma placa de petri 9 cm de diâmetro. Os fragmentos tiveram suas bordas cobertas com por uma fina camada de algodão hidrófilo umedecido com água destilada afim de que fosse evitado o escape dos ácaros. Em seguida, ovos da mosca-branca-gigante foram retirados de folhas de cajueiro infestadas naturalmente pelo inseto e cuidadosamente transferidos com um pincel de cerdas macias para as unidades experimentais. As seguintes densidades de ovos foram testadas: 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 45 ovos. Após o estabelecimento das densidades e o período de privação alimentar, fêmeas adultas de uma das espécies de ácaros predador foram colocadas nas unidades experimentais e deixadas por 24h. O número

de ovos consumidos por fêmeas dos predadores foi obtido através da subtração dos ovos remanescentes do total ofertados. Para cada densidade foram testados 20 predadores, cada predador correspondendo a uma repetição.

Para cada um dos predadores (*A. largoensis* e *E. concordis*), curvas de regressão logística foram ajustadas inicialmente entre o número de ovos consumidos e as densidades de ovos ofertadas utilizando o PROC REG do SAS (SAS Institute 2002). Em seguida curvas de regressão logística foram ajustadas entre a proporção de ovos consumidos e as densidades de ovos ofertadas, utilizando o protocolo de Juliano (1993) (Proc CATMOD; SAS Institute 2002). A partir das equações obtidas para as proporções de ovos consumidos foi observado a significância dos coeficientes de regressão e o sinal do coeficiente linear, determinando assim o tipo de resposta funcional. De acordo com Holling (1959, 1961) a resposta funcional pode ser classificada em três categorias: Tipo I – caracterizada por um aumento linear à medida que a densidade da presa aumenta; Tipo II – em que o número de presas atacadas pelo predador aumenta rapidamente em virtude de uma maior disponibilidade de presas, sofrendo redução gradativa até a estabilização (platô); Tipo III – em que a resposta é sigmóide, aproximando-se de uma assíntota superior. Os parâmetros de taxa de ataque (a') e tempo de manipulação (Th) foram calculados com regressão de quadrados mínimos não lineares (Proc NLIN do SAS, SAS Institute 2002). O valor de a' e Th foram comparados entre as espécies de predadores utilizando os intervalos de confiança a 95%.

O pico de consumo foi calculado para ambas as espécies de predadores baseado na recíproca do $Th(\frac{1}{Th})$ e comparados através do intervalo de confiança. A variação média do consumo de ovos por cada espécie de predadores (ΔNa) foi calculada baseada em Poletti *et al.* (2007), seguindo a equação: $\Delta Na = \frac{(Na_{Nmax} - Na_{Nmin})}{(N_{max} - N_{min})}$, onde Na_{Nmin} e Na_{Nmax} representam o número mínimo e máximo de ovos consumidos pelo predador, respectivamente; $Nmin$ e $Nmax$ correspondem as densidades mínima e máxima testadas, respectivamente. A variação média de consumo foi plotada em função do tempo de manipulação; variações próximas indicam pouco ou nenhum efeito sobre o consumo de ovos pelos predadores.

RESULTADOS

O consumo de ovos da mosca-branca-gigante por ambas as espécies de predadores ajustou-se a um mesmo modelo matemático (Tabela1; Figura 1A), observando-se um crescimento acentuado nas menores densidades e um crescimento discreto (não tão

acentuado) nas maiores densidades. Para ambas as espécies de predadores, a proporção de ovos consumidos decresceu com o aumento das densidades de ovos ofertados, ficando próximo a 100% nas menores densidades (5 e 10 ovos) e próximos a 60% na maior densidade (45 ovos) (Figura 1B). Os coeficientes das regressões logísticas utilizadas para determinar o tipo de resposta funcional são mostrados na Tabela 2. O coeficiente linear (b) para os modelos estabelecidos foi significativo e negativo, correspondendo a resposta funcional tipo II para ambas as espécies predadores.

Apesar de apresentarem o mesmo tipo de resposta funcional, *A. largoensis* e *E. concordis* diferiram quanto a taxa de ataque (a') (Tabela 3). A taxa de ataque observada para *A.largoensis* foi 50% superior aquela observada para *E. concordis*. No entanto, não foi observada diferença no tempo de manipulação (Th) de ovos por *A.largoensis* e *E. concordis* (Tabela 3). Também não foi observada diferença na variação de consumo e no pico de consumo estimado para estes predadores (Fig. 2). O pico de consumo de ovos estimado para *A.largoensis* foi de 2.86ovos/h (IC₉₅= 2.75–2.97) e de 3.12ovos/h (IC₉₅= 2.96 – 3.30) para *E. concordis*.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem potencial das espécies predadoras *A. largoensis* e *E.concordis* como agentes de controle biológico da mosca-branca-gigante-do-cajueiro.

Tanto *A. largoensis* quanto *E. concordis* apresentaram resposta funcional tipo II quando alimentados com ovos da mosca-branca-gigante-do-cajueiro. O tipo II de resposta funcional já foi observado para *A. largoensis* sobre outras presas, tais como ovos de *Oligonychus punicae* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) (Sandness & McMurtry 1970), formas moveis de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Morell *et al.* 2010) e ovos de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) (Carrillo & Pena 2012). Estudos sobre resposta funcional de *E. concordis* são escassos. Nos dois únicos estudos encontrados foi observado respostas do tipo II e III O tipo II foi observado para adultos de *E. concordis* e ovos de *O. punicae* (Sandness & McMurtry 1970) e o tipo III foi observado para adultos de *E. concordis* e ovos, imaturos ou adultos de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) (Costa *et al.* 2014). A resposta funcional tipo II é o tipo mais comum de resposta funcional observada em espécies de fitoseídeos (Sabelis 1985). Neste tipo de resposta funcional, o número de presas mortas aumenta com o aumento da oferta de presas até atingir

um máximo (saciação do predador) contudo a proporção de presas mortas decresce com a oferta de presas. Predadores que apresentam resposta funcional tipo II tem demonstrado ser eficientes especialmente em baixas densidades de presas (Koehler 1999; Krebs 1978).

No presente estudo foi observado que tanto *A. largoensis* quanto *E. concordis* consumiram quase 100% das presas nas menores densidades (5 ovos) evidenciando a elevada habilidade de busca dos predadores. Essa elevada habilidade de busca era esperado uma vez que os predadores *A. largoensis* e *E. concordis* são classificados como espécies generalistas (tipo III e IV respectivamente) (McMurtry & Croft 1997; Croft *et al.* 2004; McMurtry *et al.* 2013). Espécies de fitoseídeos generalistas podem se alimentar de ácaros de diferentes família (McMurtry & Rodrigues 1987), sobre alguns insetos (especialmente tripes e moscas-brancas) (Gerson & Weintraub 2012), e ainda sobre exudatos de plantas (James 1989; Kreiter *et al.* 2002; Nomikou *et al.* 2003b; Gnanvossou *et al.* 2005), néctar (van Rijn & Tanigoshi 1999) e pólen (Broufas & Koveos 2000; Abdallah *et al.* 2001; Nomikou *et al.* 2001; Vantornhout *et al.* 2005). Apesar da elevada eficiência de busca de ambos, a taxa de ataque (a') de *A. largoensis* foi superior àquela observada para *E. concordis*. De acordo com Holling (1959a) a taxa de ataque determina a habilidade de captura de um predador dentro de uma determinada área. Esse fato pode explicar o maior consumo de ovos por *A. largoensis* nas maiores densidades. Ambos os predadores apresentaram valores semelhantes quanto ao tempo de manipulação das presas (Th). O tempo de manipulação de presas inclui o tempo gasto na identificação, captura, ataque e consumo da presa (Holling 1959a). O fato de *A. largoensis* quanto *E. concordis* utilizarem frações de tempo semelhantes ao manipular a presa pode explicar a ausência de diferenças na variação no consumo de presas bem como no pico de consumo destes predadores.

Os resultados do presente estudo sugerem que ambas espécies são potenciais agentes de controle biológico da mosca-branca-gigante-do-cajueiro, especialmente em condições de baixa densidade populacional da praga. Contudo, ressalta-se que o presente estudo consistiu em avaliar o potencial de predação destas duas espécies predadores em diferentes densidades da praga. Outras espécies de fitoseídeos que comumente são observadas sobre plantas de caju devem também ser avaliadas. Para que o potencial das espécies aqui estudadas possa ser confirmado é necessário que mais parâmetros sejam avaliados, tais como: sobrevivência e desenvolvimento de imaturos alimentados exclusivamente sobre a mosca-branca-gigante-do-cajueiro; capacidade reprodutiva dos predadores quando alimentados com mosca-branca-gigante-do-cajueiro; preferência alimentar dos predadores; e comportamento dos predadores

frente a situações de multiplas presas ou itens alimentares diversos (por exemplo, pólen, nectar e exudatos açucarados de plantas).

REFERÊNCIAS

Abdallah, A.A, Zhang, Z.Q, Masters, G.J & McNeill S (2001) *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): life history and feeding habits on three different types of food. *Experimental and Applied Acarology*, 25, 833–847

Agrofit. (2018) Sistema de agrotóxicos fitossanitários. [online]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS, Brasília, Brasil. Acessível: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons (acesso em janeiro 2018)

Biobets Sustainable Crop Management. (2018) Technical Sheet Dyna-Mite® G-System: *Euseius gallicus*. Belgium: Biobest expertise: integrated pest management, biological control and pollination. [Internet]. Available from: <http://www.biobestgroup.com/en/biobest/products/biological-control-4463/benecialinsects-and-mites-4479/dyna-mite-g-system-6285/>

Bleicher, E. & Melo, Q.M.S. (1996) *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. 2a. ed. Fortaleza, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / CNPAT, Documentos 9, 35pp.

Broufas, G.D. & Koveos, D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental entomology*, 29, 743-749.

Byrne, D.N., & Bellows Jr, T.S. (1991) Whitefly biology. *Annual review of entomology*, 36, 431-457.

Byrne, D.N., Bellows, T.S. & Parrella, M.P. (1990) Whiteflies in agricultural system. In: GERLING, D. (Ed.) *Whiteflies: their bionomic, pest status and management*. Hants: Intercept. pp. 227-261

Carneiro, J.S., Silva, P.H.S. & Rêgo, M.T. (2006) Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* na cajucultura do Piauí. *ReHAgro- recursos humanos do agronegócio*.

Carrillo, D. & Peña, J.E. (2011) Prey-stage preferences and functional numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology*, 57, 361-372.

Castro, G.A.P.R. & Siqueira Filho, A. (2006) *Impactos da mosca-branca na cajucultura Sanjoanense*. Relatório da Prefeitura de São João da Barra, RJ.

Cavalcante, A.C.C., Mandro, M.E., Paes, E.R. & Moraes, G.J. (2016) *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control for *Bemisia*

tabaci (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. *International journal of acarology*, 43, 10-15.

Costa, É.C., Teodoro, A.V., Rêgo, A.S., Pedro-Neto, M. & Sarmiento, R.A. (2014) Functional response of *Euseius concordis* to densities of different developmental stages of the cassava green mite. *Experimental and Applied Acarology*, 64, 277-286.

Croft, B.A., Pratt, D.A. & Luh, H.K. (2004) Low-density release of *Neoseiulus fallacis* provide for rapid dispersal and control of *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on apple seedlings. *Experimental & Applied Acarology*, 33, 327–339.

EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2018) Commercially used biological control agents: Arachnida, Acarina.[Internt] Paris (France): European and Mediterranean Plant Protection Organization. Available from:http://archives.EPPOstandards/biocontrol_web/acarina.htm

Evans, G.A. (2007) *Host plant list of the whiteflies (Aleyrodidae) of the world*. USDA. Animal Plant Health Inspection Service (APHIS). pp. 1-290.

Gerson, U. & Weintraub, P.G. (2012) Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual review of entomology*, 57, 229-247.

Gnanvossou, D., Hanna, R., Yaninek, J.S. & Toko, M. (2005) Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. *Biological control*, 35, 32-39.

Goiana, E.D.S., Dias, N.D.S., Neto, F.D.C.V., Maciel, G.D.S., Pastori, P.L. & Melo, J. W.S. (2017) Some biological parameters and colonization of *Aleurodicus cocois* on dwarf-cashew. *Idesia*, 35, 117-120.

Holling, C.S. (1959a) Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism1. *The Canadian Entomologist*, 91, 385-398.

Holling, C.S. (1959b) The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the European pine sawfly. *The Canadian Entomologist*, 91, 293-320.

Holling, C.S. (1961) Principles of insect predation. *Annual review of entomology*, 6, 163-182.

Holling, C.S. (1965) *The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation*. The Memoirs of the Entomological Society of Canada, 97, 5-60.

Hoogerbrugge, H., Calvo, J., van Houten, Y., Belda, J.E. & Bolckmans, K. (2005) *Biological control of the tobacco whitefly Bemisia tabaci with the predatory mite Amblyseius swirskii in sweet pepper crops*. International Organisation for Biological and Integrated Control/wprs Bulletin, 28, 119-122.

James, D.G. (1989) Biological-Control of *Tetranychus-Urticae* (Koch)(Acari, Tetranychidae) in Southern New-South-Wales Peach Orchards-the Role of *Amblyseius-Victoriensis* (Acarina, Phytoseiidae). *Australian journal of zoology*, 37, 645-655.

- Juliano, S.A. (1993) Nonlinear Curve Fitting: predation and functional response curves. In: Scheiner S.M., Gurevitch J. (eds). *Design And Analysis Of Ecological Experiments*. Chapman and Hall, New York, NY, pp 159–182.
- Knapp, M., Van Houten, Y., Hoogerbrugge, H. & Bolckmans, K. (2013) *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: literature review and new findings. *Acarologia*, 53, 191-202.
- Koehler, H.H. (1999) Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). In: *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes* pp. 395-410.
- Koppert Biological Systems. (2018) Swirski-mite. The Netherlands: Koppert B.V. [Internet]. Available from: //www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/.
- Krebs, C.J. (1978) *Ecology, the experimental analysis of distribution and abundance*, 2nd ed. New York. Harper and Row. 694pp.
- Kreiter, S., Tixier, M.S., Croft, B.A., Auger, P. & Barret, D. (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. *Environmental Entomology*, 31, 648-660.
- Lima, D.B. & Gondim Jr, M.G.C. (2008) Diversidade de ácaros em *Anacardium Occidentale* (L.) no campus da Universidade Federal Rural De Pernambuco. In: *XXII Congresso Brasileiro de Entomologia*, Uberlândia.
- Martin, J.H. (1987) An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homopt Aleyrodidae). *International Journal of Pest Management*, 33, 298-322.
- McMurtry, J.A. & Croft, B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual review of entomology*, 42, 291-321.
- McMurtry, J.A. & Rodriguez, J.G. (1987) Nutritional ecology of phytoseiid mites. Nutritional ecology of insects, mites and spiders. Wiley, New York, pp. 609-644.
- McMurtry, J.A., Moraes, G.J.d. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (acari: phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and applied Acarology v. 18*. London, pp. 297-320.
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (2002) Identificação e manejo das principais pragas do cajueiro. *Caju fitosanidade*. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Agroindústria Tropical, pp. 9-34.
- Mesquita, A.L.M. & Braga Sobrinho, R. (2013) Pragas do cajueiro. In: Araújo, J.P.P. de (Ed.). *Agroegócio caju: práticas e inovações*. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. pp. 195-215.
- Monteiro, N.V., Alfaia, J.P., Barros, M.E.N., Lima, D.B. & Melo, J.W.S. (2017) levantamento de ácaros fitoseídeos em plantas de *Anacardium Occidentale*. *Encontros Universitários*. Universidade Federal do Ceará, 2, 3688pp.

- Morell, H.R., Miranda, I., Ramos, M. & Badii, M.H. (2010) Functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) in Cuba. *International Journal of Acarology*, 36, 371–376.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003a) Phytoseiid predator of whitefly feeds on plant tissue. *Experimental & applied acarology*, 3, 27-36.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003b) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Experimental & applied acarology*, 31, 15-26.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M.W. (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental & Applied Acarology*, 25, 271-291.
- Poletti, M. (2007) *Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores Neoseiulus californicus (McGregor) e Phytoseiulus macropilis (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae)*. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 166pp
- Sabelis, M.W. (1985) Predator-prey interaction: predation on spider mites. In W. Helle and M. W. Sabelis (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam. pp. 103–129.
- Sandness, J.N. & McMurtry, J.A. (1970) Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. *The Canadian Entomologist*, 102, 692-704.
- SAS Institute (2002) SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2 MO. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Solomon, M.E. (1949) The natural control of animal populations. *The Journal of Animal Ecology*, 1-35.
- Van Rijn, P. C. & Tanigoshi, L.K. (1999) The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. In *Ecology and Evolution of the Acari*, Springer, Dordrecht. pp. 405-417.
- Vantornhout, I., Minnaert, H. L., Tirry, L. & De Clercq, P. (2005) Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & applied acarology*, 35, 183-195.
- Referência escrita conforme as normas da revista Systematic & Applied Acarology

Tabela 1 - Parâmetros gerais das regressões do número de ovos de mosca-branca-gigante consumidos por *A. largoensis* e *E. concordis*.

Espécies	Modelo	Parâmetros				F	R ²	P
		a	b	c	d			
<i>A. largoensis</i>	$lny = \frac{(a + cx)}{1 + bx + dx^2}$	1.5	- 0.026	0.0067	0.00036	51.79	0.99	0.004
<i>E. concordis</i>		1.59	-0.023	0.0006	0.00026	42.10	0.93	0.005

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 2 - Equação de Holling e Tipo de resposta funcional de *A.largoensis* e *E. concordis* alimentados com ovos da mosca-branca-gigante

Espécies	Equação de Holling	χ^2	GL	P	Coeficiente de regressão logística				Tipo ⁴
					I ¹ (P)	L ² (P)	Q ³ (P)	C4	
<i>A. largoensis</i>	$y = \frac{-(0.00025x^3)+(0.019x^2)-(0.4192x)+3.9242}{1-[0.00025x^3)+(0.019x^2)-(0.4192x)+3.9242]}$	211.38	136	<.0001	3,92(<.0001)	-0.42(<.0001)	0.019(<.0001)	-0.00025(<.0001)	II
<i>E. concordis</i>	$y = \frac{(0.000817x^2)-(0.0675x)+1.7770}{1-[(0.000817x^2)-(0.0675x)+1.7770]}$	143.12	137	0.3428	1.78 (<.0001)	-0.07 (<.0001)	0.000817(0.0041)	-	II

¹Intercepto; ² Linear; ³Quadrático; ⁴Tipo de resposta funcional

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 3 - Parâmetros (\pm EP) da resposta funcional de *Amblyseius largoensis* e *Euseius concordis* alimentados com ovos da mosca-branca-gigante.

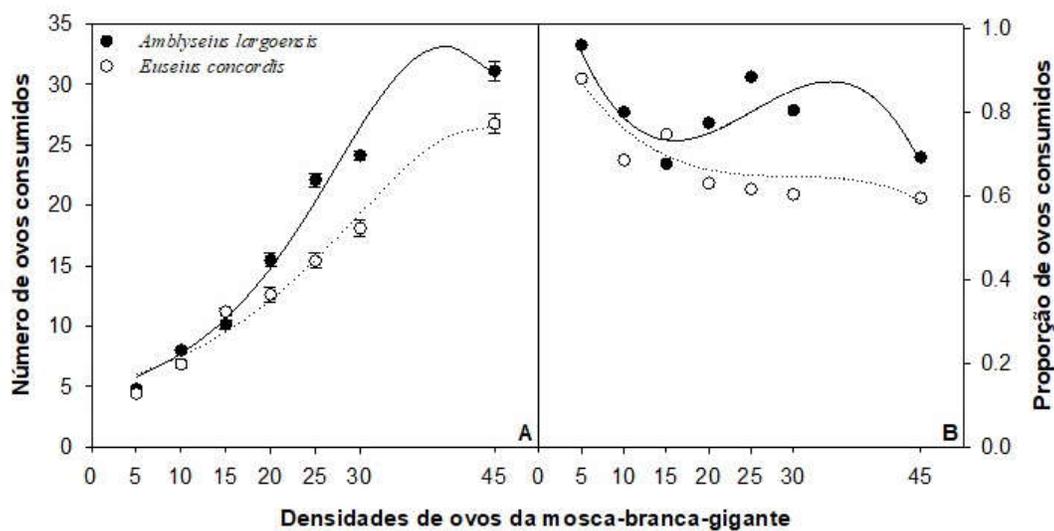
Tratamentos	$a' \pm EP$ (95% IC)*	$Th \pm EP$ (95% IC)
<i>A. largoensis</i>	0.09 ± 0.008 (0.08-0.11)	0.35 ± 0.05 (0.26-0.44)
<i>E. concordis</i>	0.06 ± 0.004 (0.05-0.07)	0.32 ± 0.06 (0.21-0.43)

Taxa de ataque a' (em unidade da proporção de presas capturada pelo predador por unidade de tempo de busca) e tempo de manipulação Th (em unidades de proporção do período de exposição, 24 h)

* indica diferenças significativas a 5% através da não sobreposição dos intervalos de confiança.

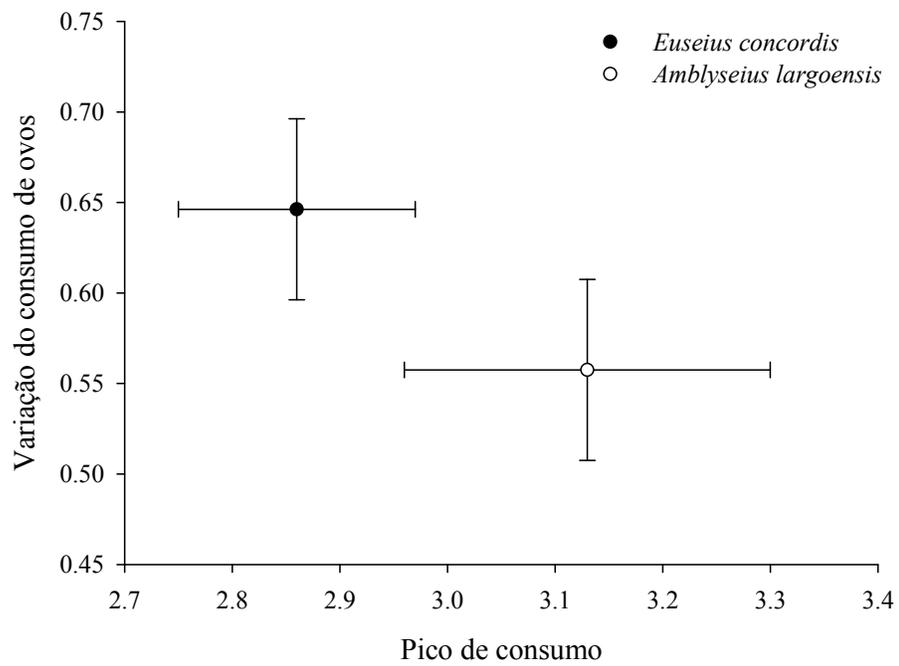
Fonte :dados da pesquisa

Figura 2 - Número (A) e proporção (B) de ovos da mosca-branca-gigante consumidos por *A. largoensis* e *E. concordis*.



Fonte: dados da pesquisa

Figura 3 - Pico e variação de consumo de ovos de mosca-branca-gigante por *Amblyseius largoensis* e *Euseius concordis*.



Fonte: dados da pesquisa

4. PERFORMANCE BIOLÓGICA DOS ÁCAROS PREDADORES *Amblyseius largoensis* E *Euseius concordis* ALIMENTADOS COM OVOS DE *Aleurodicus cocois*

RESUMO

Algumas espécies de ácaros fitoseídeos têm sido utilizadas e/ou avaliadas contra espécies de moscas-brancas, especialmente contra a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius). Para a mosca-branca-gigante, *Aleurodicus cocois* (Curtis), essa alternativa ainda não tem sido investigada. A mosca-branca-gigante ocorre comumente em algumas fruteiras, sobretudo sobre o cajueiro, sendo inclusive reconhecida como praga-chave desta cultura. É possível que algumas das espécies de fitoseídeos que comumente ocorrem sobre plantas de caju apresentem potencial para serem utilizadas no controle da mosca-branca-gigante. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e reprodução de *Euseius concordis* (Chant) e *Amblyseius largoensis* (Muma), espécies comumente encontradas em plantas de caju, alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante. Os resultados obtidos demonstram que os ovos da mosca-branca-gigante possibilitam o desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de ambas as espécies de predadores. Quanto a reprodução dos predadores, ovos da mosca-branca-gigante apenas possibilitaram a reprodução de *A. largoensis* ainda que um baixo número de ovos tenha sido depositado ($3,6 \pm 0,60$ ovos/fêmea). Fêmeas de *E. concordis* alimentaram-se dos ovos da mosca-branca-gigante, sobrevivendo por até 21 dias, porém apenas 7% das fêmeas testadas (2 fêmeas) realizaram oviposição. Ainda que apresentem baixo potencial reprodutivo quando alimentados com ovos da mosca-branca-gigante os predadores podem contribuir para o controle biológico da mosca-branca-gigante, especialmente alimentando-se dos ovos da mosca-branca-gigante no início do estabelecimento, retardando-o ou evitando-o.

Palavra-chave: Phytoseiidae. controle biológico. mosca-branca. tabela de vida

ABSTRACT

Some species of phytoseiid mites have been used and / or evaluated against whitefly species, especially against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius). For the giant whitefly, *Aleurodicus cocois* (Curtis), this alternative has not yet been investigated. The giant whitefly occurs commonly in some fruit trees, especially on the cashew, and is even recognized as the key pest of this crop. It is possible that some of the phytoseiid species that commonly occur

on cashew plants have the potential to be used to control the giant whitefly. Thus, the present study had the objective of evaluating the development and reproduction of *Euseius concordis* (Chant) and *Amblyseius largoensis* (Muma), species commonly found in cashew plants fed exclusively on giant whitefly eggs. The results obtained demonstrate that the eggs of the giant whitefly make possible the development and survival of immature of both species of predators. As for the reproduction of predators, giant whitefly eggs only allowed reproduction of *A. largoensis* even though a small number of eggs were deposited (3.6 ± 0.60 eggs / female). *E. concordis* females fed the eggs of the giant whitefly, surviving for up to 21 days, but only 7% of the females tested (2 females) had oviposition. Although they have a low reproductive potential when fed with giant white-fly eggs, predators can contribute to the biological control of the giant white-fly, especially feeding on the giant-whitefly eggs at the beginning of the establishment, or avoiding it.

KEYWORDS: Phytoseiidae. biological control. Whitefly. life table

INTRODUÇÃO

A mosca-branca-gigante, *Aleurodicus cocois* (Curtis) (Hemiptera: Aleurodidae), representa uma das principais ameaças a cajucultura em diversos países da América do Sul (Martin 1987; Byrne *et al.* 1990; Evans 2007). A ameaça se dá não só pelas injúrias diretas (sucção de seiva) e indiretas (transmissão/disseminação de fitoviroses e favorecimento de crescimento fúngico com consequente redução da área fotossintética) (Byrne *et al.* 1990; Byrne & Bellows 1991) mas também pela ausência de métodos de controle eficazes contra a praga (Bleicher & Melo 1996; Melo & Bleicher 2002; Mesquita & Braga Sobrinho 2013). No Brasil, um dos maiores produtores de caju do mundo, inexistem produtos registrados para esta praga (Agrofit 2018).

Uma alternativa potencial para o controle da mosca-branca-gigante é a utilização de ácaros predadores da família Phytoseiidae como agentes de controle biológico. A diversidade de ácaros predadores em plantas de caju tem sido pouco explorada. É possível que algumas das espécies que comumente ocorrem sobre essas plantas apresentem potencial para serem utilizadas no controle da mosca-branca-gigante. Em diversos países da Europa e na América do Norte diferentes espécies de ácaros fitoseídeos (*Amblydromalus limonicus* (Garnam & McGregor), *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot e *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier) têm sido utilizadas para o controle da espécie de mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleurodidae) (Nomikou *et al.* 2003; Hoogerbrugge *et al.* 2005; Knapp *et al.*

2013; Biobest 2018; EPPO 2018; Koppert 2018). No Brasil, algumas espécies de fitoseídeos tais como *A. limonicus*, *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Amblyseius largoensis* (Muma), *Amblyseius tamatavensis* (Blommers) e *Neoseiulus tunus* (De Leon) mostraram-se promissores como agentes de controle biológico de *B. tabaci* (Cavalcante *et al.* 2016). No entanto, no que se refere a exploração de ácaros fitoseídeos para controle da mosca-branca-gigante nada tem sido feito.

Algumas espécies de fitoseídeos tem sido reportadas sobre plantas de caju (Lima & Gondim Jr 2008; Monteiro *et al.* 2017). Dentre as espécies reportadas destacam-se *E. concordis* por sua abundância (Lima & Gondim Jr 2008; Monteiro *et al.* 2017) e *A. largoensis* por ser uma espécie não tão abundante (Lima & Gondim Jr 2008; Monteiro *et al.* 2017) mas que mostra-se promissora contra *B. tabaci* (Cavalcante *et al.* 2015). Dessa forma, o presente estudo foi delineado para avaliar o desenvolvimento e reprodução de *E. concordis* e *A. largoensis* alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação e multiplicação de ácaros

As criações dos ácaros predadores *A. largoensis* e *E. concordis* foram estabelecidas e iniciadas com aproximadamente 100 indivíduos de cada espécie coletados diretamente de folhas de cajueiro.

Unidades de criação foram confeccionadas com PVC flexível (10 x 10 cm), sendo este colocado sobre um disco de espuma de polietileno (15 cm de diâmetro x 1 cm de espessura) no interior de uma bandeja plástica (16 cm de diâmetro e 2,5 cm de profundidade). O PVC foi circundado por algodão hidrófilo umedecido em água destilada para evitar a fuga dos ácaros. Ambas as espécies de predadores foram alimentadas com ácaros fitófagos da espécie *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) fornecidos em fragmentos de folhas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.) (contendo aproximadamente 100 indivíduos nos seus diferentes estágios de desenvolvimento), mel e pólen de mamona (*Ricinus communis* L.). Os ácaros fitófagos utilizados foram provenientes de criações mantidas a mais de 2 anos sobre plantas de feijão-de-porco em laboratório).

A dieta fornecida para multiplicação dos predadores tem sido utilizada para criação de diferentes espécies de fitoseídeos, possibilitando a rápida multiplicação dos mesmos. O alimento foi repostado sempre que necessário (evitando-se contaminantes na unidade, como por exemplo o desenvolvimento de fungos) ou a cada 2 dias, o que acontecesse primeiro. Precauções como manutenção das criações (troca de alimento, reposição de água na arena, etc) e distanciamento das unidades de criação foram tomadas evitando infestações mútuas entre as colônias dos predadores. As unidades de criação foram mantidas a 25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h.

Obtenção das presas a serem utilizadas na biologia dos predadores

Ovos de mosca-branca-gigante foram coletados sobre folhas de cajueiro infestadas naturalmente no Campus da UFC. Os ovos foram cuidadosamente removidos com o auxílio de um pincel de cerdas macias e transferidos para unidades experimentais servindo como alimento para os predadores.

Desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *A. largoensis* e *E. concordis*

O desenvolvimento e a viabilidade dos predadores foram avaliados tendo ovos da mosca-branca-gigante como fonte exclusiva de alimento.

O experimento foi conduzido nas mesmas condições de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo em que as unidades de criação foram mantidas. Inicialmente 100 fêmeas adultas de cada uma das espécies dos predadores foram confinadas por 24 horas em unidades de criação para obtenção dos ovos que iniciariam o experimento. Após o período de confinamento, as fêmeas foram removidas e devolvidas as unidades de criação permanecendo na arenas apenas ovos com no máximo 24 horas de idade. As arenas foram observadas a cada 12 horas para detecção das larvas. Estas, assim que detectadas, foram cuidadosamente transferidas e isoladas em unidades experimentais.

As unidades experimentais foram confeccionadas de forma semelhante aquelas utilizadas na criação dos predadores, porém possuíam menores dimensões (PVC 3 x 3 cm). Em cada arena foi colocado uma lamínula com algodão hidrófilo e outra contendo 50 ovos de mosca-branca-gigante. Diariamente a lamínula contendo ovos da mosca-branca-gigante foi trocado por uma contendo ovos recém coletados na mesma quantidade. As unidades experimentais foram observadas em esteriomicroscópio a cada 12 horas até que os indivíduos se tornassem adultos ou até a sua morte.

A influência da dieta no desenvolvimento e sobrevivência dos imaturos de *A. largoensis* e *E. concordis* foi analisada através de testes não paramétricos. O tempo de desenvolvimento bem como o tempo médio de sobrevivência foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis enquanto que as curvas de sobrevivência foram comparadas através do método de Kaplan-Meier pelo teste Log-Rank. Todos os testes foram realizados no SAS (SAS Institute 2002).

Longevidade e reprodução de adultos de *A. largoensis* e *E. concordis*

Imaturos que alcançaram a fase adulta quando alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante foram sexados. As fêmeas foram pareadas com machos provenientes das unidades de criação estoque e mantidos nas unidades experimentais sendo alimentados diariamente através do fornecimento de ovos recém coletados da mosca-branca-gigante em lamínulas.

As unidades experimentais foram inspecionadas diariamente para detecção da oviposição e mortalidade dos adultos. Em caso de morte do macho este era repostado por um outro proveniente das unidades de criação. Desta forma, foram determinados os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, bem como o número de ovos/fêmea e longevidade. A influência da dieta na longevidade e reprodução das fêmeas de *A. largoensis* e *E. concordis* foi analisada através de testes não paramétricos. A longevidade média foi submetida ao teste de Kruskal-Wallis enquanto que as curvas de sobrevivência foram comparadas através do método de Kaplan-Meier pelo teste Log-Rank. Todos os testes foram realizados no SAS (SAS Institute 2002).

Parâmetros populacionais dos predadores

Devido ao reduzido número de fêmeas de *E. concordis* que realizaram oviposição, os parâmetros populacionais foram apenas estimados para *A. largoensis*. Os parâmetros populacionais foram estimados através de tabela de vida de fertilidade. A tabela de vida de fertilidade foi elaborada através dos dados de idade (x), oviposição média (m_x) e sobrevivência (l_x), sendo os seguintes parâmetros estimados: taxa líquida de reprodução ($R_0 = \sum l_x m_x$), tempo médio de geração ($T = \frac{\sum x l_x m_x}{\sum l_x m_x}$), taxa intrínseca de crescimento populacional ($r_m = \frac{\ln(R_0)}{T}$), taxa finita de crescimento populacional ($\lambda = e^{r_m}$), e tempo para a população dobrar em número ($TD = \frac{\ln(R_0)}{r_m}$).

RESULTADOS

Ovos da mosca-branca-gigante proporcionaram o desenvolvimento de ambas as espécies de predadores (Figura 1). A viabilidade total das fases imaturas (ovo-adulto) foi elevada (acima de 80%) para ambas as espécies, não diferindo entre os predadores ($\chi^2 = 15.36$; GL = 1; $P < 0.0001$). No entanto, foi observado diferença na velocidade de desenvolvimento dos predadores ($\chi^2 = 36.29$; GL = 1; $P < 0.0001$). Indivíduos de *A. largoensis* alcançaram a fase adulta em um menor tempo ($5,9 \pm 0,13$ dias) em comparação a *E. concordis* ($7,2 \pm 0,11$ dias).

A dieta a base de ovos de mosca-branca-gigante afetou igualmente os parâmetros de longevidade de ambos os predadores (curva de sobrevivência, $\chi^2 = 2.47$; GL = 1; $P = 0.12$, Figura 2A; e tempo médio de sobrevivência, $\chi^2 = 3.00$; GL = 1; $P = 0.08$, Figura 2B). Fêmeas de *A. largoensis* apresentaram um tempo médio de sobrevivência de 8.8 ± 0.77 dias e sobreviveram por no máximo 18 dias enquanto que *E. concordis* apresentou um tempo médio de sobrevivência de 10.4 ± 0.65 dias e sobreviveram por no máximo 21 dias.

A reprodução das duas espécies de predadores foi afetada diferentemente pela dieta a base de ovos da mosca-branca-gigante. Apenas 2 das 29 fêmeas avaliadas de *E. concordis* ovipositaram (aproximadamente 7% das fêmeas testadas) (tabela 1). Os períodos médios de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição destas fêmeas foi de $3,5 \pm 0,50$, $3,5 \pm 2,50$ e $6,75 \pm 0,75$ dias, respectivamente. A oviposição média das fêmeas de *E. concordis* foi de 2,5 ovos durante sua longevidade. Das 23 fêmeas de *A. largoensis* avaliadas 20, ovipositaram (aproximadamente 87% das fêmeas testadas). Os períodos médios de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição das fêmeas de *A. largoensis* foi de $2,6 \pm 0,14$, $2,9 \pm 0,52$ e $2,9 \pm 0,75$ dias, respectivamente. A oviposição média destas foi de $3,6 \pm 0,60$ ovos durante sua longevidade.

Os parâmetros de tabela de vida de fertilidade foram apenas estimados para *A. largoensis* uma vez que apenas 2 das 29 fêmeas de *E. concordis* ovipositaram. Fêmeas de *A. largoensis* quando alimentadas exclusivamente sobre ovos da mosca-branca-gigante apresentaram: taxa líquida de reprodução, $R_0 = 1,49$ fêmeas/fêmea ($IC_{95\%} = 0,96 - 2,02$); taxa intrínseca de crescimento populacional, $r_m = 0,04$ fêmeas/fêmea/dia ($IC_{95\%} = 0,007 - 0,08$); taxa finita de crescimento populacional, $\lambda = 1,04$ fêmea/fêmea/dia ($IC_{95\%} = 1,00 - 1,08$); tempo médio de geração, $T = 9,42$ dias ($IC_{95\%} = 8,74 - 10,11$); e tempo médio para a população dobrar em número, $TD = 12,58$ dias ($IC_{95\%} = -2,97 - 28,15$).

DISCUSSÃO

Embora os ovos da mosca-branca-gigante tenham possibilitado o desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *A. largoensis* e *E. concordis*, a performance dos adultos foi comprometida, sobretudo para *E. concordis*. Estes resultados sugerem que os ovos da mosca-branca-gigante podem fazer parte da dieta dos predadores em campo mas dificilmente os predadores se manterão alimentando-se exclusivamente dos ovos.

Ambas as espécies estudadas *A. largoensis* e *E. concordis* são classificados como fitoseídeos generalistas (tipo III e IV respectivamente) (McMurtry & Croft 1997; Croft *et al.* 2004; McMurtry *et al.* 2013). Espécies de fitoseídeos generalistas podem se alimentar de ácaros de diferentes família (McMurtry & Rodrigues 1987), sobre alguns insetos (especialmente tripes e moscas-brancas) (Gerson & Weintraub 2012), e ainda sobre exudatos de plantas (James 1989; Kreiter *et al.* 2002; Nomikou *et al.* 2003; Gnanvossou *et al.* 2005), néctar (van Rijn & Tanigoshi 1999) e pólen (Broufas & Koveos 2000; Abdallah *et al.* 2001; Nomikou *et al.* 2001; Vantornhout *et al.* 2005). Dessa forma, era esperado que os predadores testados utilizassem os ovos da mosca-branca-gigante como alimento.

Ovos da mosca-branca-gigante possibilitaram a sobrevivência e o desenvolvimento de imaturos até a fase adulta dos predadores *A. largoensis* e *E. concordis*. A elevada sobrevivência observada para os imaturos de ambas as espécies sugere que a quantidade ofertada de ovos por imaturo de cada espécie foi adequada. Eveleigh & Chant (1982) demonstraram em seus ensaios que restrições alimentares (reduzida oferta de alimento) durante o desenvolvimento dos imaturos de fitoseídeos resulta em uma elevada mortalidade dos mesmos. Apesar da elevada sobrevivência os predadores diferiram quanto ao tempo de desenvolvimento (tempo necessário até alcançarem a fase adulta), sugerindo diferenças quanto ao requerimento alimentar dos predadores ou diferenças na habilidade de conversão do alimento em energia. Os resultados obtidos para o tempo de desenvolvimento de ambos os predadores são semelhantes aos obtidos em outros estudos avaliando ácaros fitófagos como fonte exclusiva de alimento (Rodriguez & Ramos 2004; Galvão *et al.* 2007; Carrillo *et al.* 2010; Barbosa & Moraes 2015; Marques *et al.* 2015).

Fêmeas de *E. concordis* apresentaram reduzido potencial reprodutivo quando alimentado com ovos da mosca-branca-gigante uma vez que apenas 2 das 29 fêmeas realizaram oviposição. Resultados semelhantes foram obtidos para *E. concordis* quando alimentados com *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) (Moraes & Lima 1983), com uma mistura de *T. evansi* + *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) (Masse) (Moraes &

Lima 1983) e também sobre diferentes espécies de Astigmata (Barbosa & Moraes 2015). De acordo com Sabelis (1985a, b) a produção de ovos pelos fitoseídeos exige muito de sua alimentação não apenas devido ao número de ovos produzidos, mas também devido a quantidade de alimento investido por ovo. Adicionalmente, Gotoh & Tsuschiya (2008) relatam que ácaros podem direcionar recursos que seriam destinados a oviposição para extensão de sua longevidade na presença de condições de estresse, de baixa quantidade e/ou qualidade do alimento. Esse fato pode explicar não só a ausência de oviposição da maioria das fêmeas de *E. concordis* mas também a longevidade numericamente superior de fêmeas de *E. concordis* em comparação com fêmeas de *A. largoensis*.

Ao contrário do que foi observado para *E. concordis*, a maioria das fêmeas de *A. largoensis* realizaram oviposição, o que sugere exigências nutricionais distintas para os predadores. Apesar da oviposição, os parâmetros reprodutivos obtidos para *A. largoensis* indicam que a dieta testada (ovos da mosca-branca-gigante) não representa um dos melhores alimentos para este predador. Tem sido sugerido que ácaros representam melhores recursos alimentares para ácaros predadores em comparações com outros tipos de presa (Carrillo *et al.* 2010). Ao comparar os resultados obtidos neste estudo com outros conduzidos em condições semelhantes e onde *A. largoensis* foi alimentado exclusivamente com ácaros, percebe-se parâmetros reprodutivos (longevidade de fêmea, oviposição e taxa líquida de reprodução) superiores para alimentação sobre *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Rodriguez & Ramos 2004), sobre *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) (Galvão *et al.* 2007), *Tetranychus gloveri* Banks (Acari: Tetranychidae) e *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) (Carrillo *et al.* 2010).

A aparente diferença nas exigências nutricionais de *A. largoensis* e *E. concordis* pode ter consequências importantes a nível populacional. É possível, por exemplo, que em campo, adultos de *E. concordis* não utilizem ovos da mosca-branca-gigante como alimento evitando dessa forma competição direta com *A. largoensis*. É importante ressaltar que ambas as espécies de predadores avaliadas são comumente encontradas em plantas de caju, isto é, independente da presença da mosca-branca-gigante. Dessa forma, e desde que exista a possibilidade dos predadores utilizarem os ovos da mosca-branca-gigante para seu desenvolvimento ou como complementação alimentar na fase adulta, estes podem representar importantes agentes de controle biológico. Estratégias conservativas visando não só a permanência dos predadores, mas também seus incrementos devem ser exploradas, especialmente antes da colonização das plantas pela mosca-branca-gigante evitando seu estabelecimento.

REFERÊNCIAS

- Abdallah, A.A, Zhang, Z.Q, Masters, G.J & McNeill S (2001) *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): life history and feeding habits on three different types of food. *Experimental and Applied Acarology*, 25,833–847
- Agrofit. (2018) Sistema de agrotóxicos fitossanitários. [online]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS, Brasília, Brasil. Acessível: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons (acesso em janeiro2018)
- Barbosa, M.F. & Moraes, G.J. (2015) Evaluation of astigmatid mites as factitious food for rearing four predaceous phytoseiid mites (Acari: Astigmatina; Phytoseiidae). *Biological Control*, 91, 22-26.
- Biobets Sustainable Crop Management. (2018) Technical Sheet Dyna-Mite® G-System: *Euseius gallicus*. Belgium: Biobest expertise: integrated pest management, biological control and pollination. [Internet]. Available from: <http://www.biobestgroup.com/en/biobest/products/biological-control-4463/benecialinsects-and-mites-4479/dyna-mite-g-system-6285/>
- Bleicher, E. & Melo, Q.M.S. (1996) *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. 2ª. ed. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CNPAT, Documentos 9, 35pp
- Broufas, G.D. & Koveos, D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental entomology*, 29, 743-749.
- Byrne, D.N. & Bellows, T.S.Jr. (1991) Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36, 431-457.
- Byrne, D.N., Bellows, T.S. & Parrella, M.P. (1990) Whiteflies in agricultural system. In: GERLING. D. (Ed.) *Whiteflies: their bionomic, pest status and management*. Hants: Intercept. pp. 227-261
- Carrillo, D., Peña, J.E., Hoy, M.A. & Frank, J.H. (2010) Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. *Experimental and Applied Acarology*, 52, 119-129.
- Cavalcante, A.C.C., Mandro, M.E., Paes, E.R. & Moraes, G.J. (2016) *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control for *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. *International journal of acarology*, 43, 10-15.
- Cavalcante, A.C.C., Dos Santos, V.L.V., Rossi, L.C., & Moraes, G.J.D. (2015) Potential of five Brazilian populations of Phytoseiidae (Acari) for the biological control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). *Journal of economic entomology*, 108, 29-33.

- Croft, B.A., Pratt, D.A. & Luh, H.K. (2004) Low-density release of *Neoseiulus fallacis* provide for rapid dispersal and control of *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on apple seedlings. *Experimental and Applied Acarology*, 33, 327–339.
- EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2018) Commercially used biological control agents: Arachnida, Acarina.[Internt] Paris (France): European and Mediterranean Plant Protection Organization. Available from:http://archives.EPPOStandards/biocontrol_web/acarina.htm
- Evans, G.A. (2007) *Host plant list of the whiteflies (Aleyrodidae) of the world*. USDA. Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), pp. 1-290.89
- Eveleigh, E.S., & Chant, D.A. (1982) Experimental studies on acarine predator–prey interactions: the effects of predator density on immature survival, adult fecundity and emigration rates, and the numerical response to prey density (Acarina: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 60, 630-638.
- Galvão, A.S, Gondim, M.G.C, Moraes, G.J, Oliveira, J.V. (2007) Biology of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), a potential predator of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) on coconut trees. *Neotropical Entomology*,36, 465–470
- Gerson, U. & Weintraub, P.G. (2012) Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual review of entomology*, 57, 229-247.
- Gnanvossou, D., Hanna, R., Yaninek, J.S. & Toko, M. (2005) Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. *Biological control*, 35, 32-39.
- Gotoh, T. & Tsuchiya, A. (2008) Food scarcity reduces female longevity of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*,47, 119-129.
- Hoogerbrugge, H., Calvo, J., van Houten, Y., Belda, J.E., & Bolckmans, K. (2005) *Biological control of the tobacco whitefly Bemisia tabaci with the predatory mite Amblyseius swirskii in sweet pepper crops*. International Organisation for Biological and Integrated Control /wprs Bulletin, 28, 119-122
- James, D.G. (1989) Biological-Control of *Tetranychus-Urticae* (Koch)(Acari, Tetranychidae) in Southern New-South-Wales Peach Orchards-the Role of *Amblyseius-Victoriensis* (Acarina, Phytoseiidae). *Australian journal of zoology*, 37, 645-655.
- Knapp, M., Van Houten, Y., Hoogerbrugge, H. & Bolckmans, K. (2013) *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: *literature review and new findings*. *Acarologia*, 532, 191-202.
- Koppert Biological Systems. (2018) Swirski-mite. The Netherlands: Koppert B.V. [Internet]. Available from: [//www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/](http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/).
- Kreiter, S., Tixier, M.S., Croft, B.A., Auger, P. & Barret, D. (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. *Environmental Entomology*, 31, 648-660.

- Lima, D.B. & Gondim Jr, M.G.C. (2008) Diversidade de ácaros em *Anacardium Occidentale* (L.) no campus da Universidade Federal Rural De Pernambuco. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Uberlândia, 1.
- Marques, C.C., Oliveira, C.H.C.M., Oliveira, C.R.L.F., O. S., Matioli, A.L. & Lima Neto, I.F.A (2015) Biologia e tabela de vida do ácaro predador *Euseius concordis* (CHANT, 1959) (Acari: Phytoseiidae) em pinhão-manso. *Revista Caatinga*, 28, 249-255.
- Martin, J.H. (1987) An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidae). *International Journal of Pest Management*, 33, 298-322.
- McMurtry, J.A. & Croft, B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual review of entomology*, 42, 291-321.
- McMurtry, J.A. & Rodriguez, J.G. (1987) Nutritional ecology of phytoseiid mites. *Nutritional ecology of insects, mites and spiders*. Wiley, New York, pp. 609-644.
- McMurtry, J.A., Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (acari: phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and applied Acarology* v. 18. London, pp. 297-320
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (2002) Identificação e manejo das principais pragas. In: Melo, Q.M.S. *Caju fitossanidade* (Ed.). Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Agroindústria Tropical, cap. 1, 9-34
- Mesquita, A.L.M. & Braga Sobrinho, R. (2013) Pragas do cajueiro. In: Araújo, J.P.P. de (Ed.). *Agronegócio caju: práticas e inovações*. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. pp. 195-215.
- Monteiro, N.V., Alfaia, J.P., Barros, M.E.N., Lima, D.B. & Melo, J.W.S. (2017) levantamento de ácaros fitoseídeos em plantas de *Anacardium Occidentale*. *Encontros Universitários*. Universidade Federal do Ceará, 2, 3688pp.
- Moraes, G.J. & Lima, H.C.(1983) Biology of *Euseius concordis* (Chant)(Acarina: Phytoseiidae), a predator of the tomato Russet Mite. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Semiárido-*Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Experimental & applied acarology*, 31, 15-26.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M.W. (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental & Applied Acarology*, 25, 271-291
- Rodriguez, H. & Ramos, M. (2004). Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Revista de Protección Vegetal*, 19, 73-79.

Sabelis, M.W. (1985a) Life History: Development . In W. Helle and M. W. Sabelis (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam. pp. 43-53.

Sabelis, M.W. (1985b) Life History: Reproduction. In W. Helle and M. W. Sabelis (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam. pp. 73-82.

SAS Institute (2002) SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2 MO. *SAS Institute Inc.*, Cary, North Carolina.

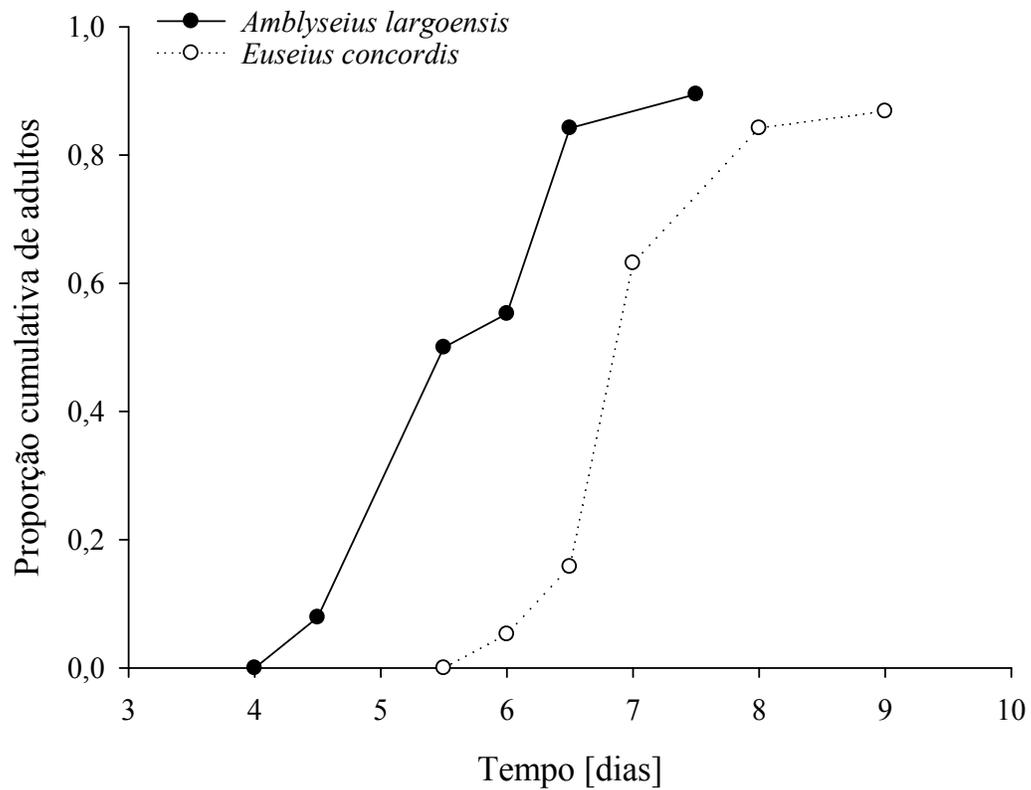
Van Rijn, P.C. & Tanigoshi, L.K. (1999) The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. In *Ecology and Evolution of the Acari*, Springer, Dordrecht. pp. 405-417.

Vantornhout, I., Minnaert, H.L., Tirry, L. & De Clercq, P. (2005) Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and applied acarology*, 35, 183-195.

Wei, Q. & Walde, S.J. (1997) The functional response of *Typhlodromus pyri* to its prey, *Panonychus ulmi*: the effect of pollen. *Experimental & applied acarology*, 21, 677-684.

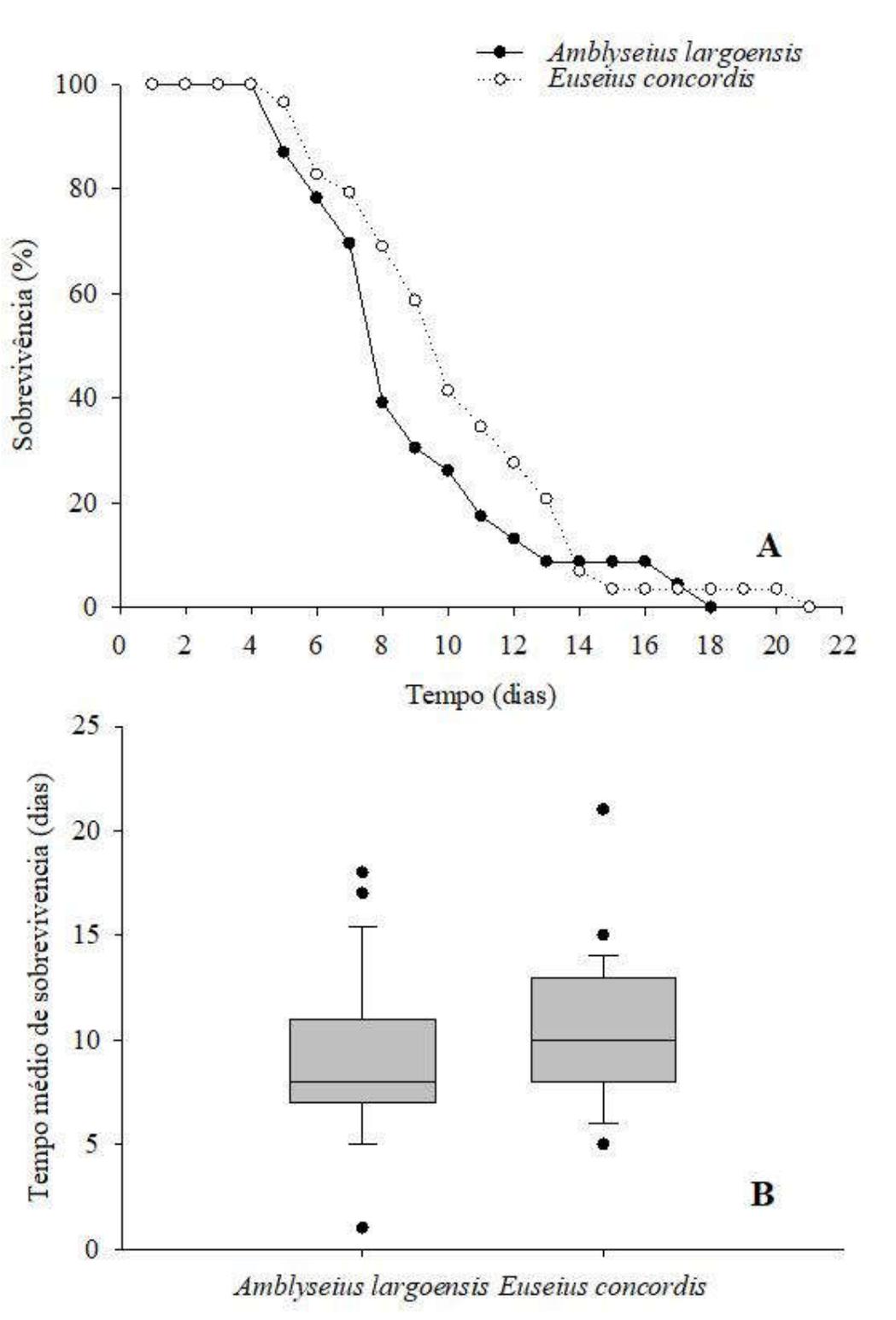
Referência escrita conforme as normas da revista *Systematic & Applied Acarology*

Figura 4 - Desenvolvimento e reprodução de imaturos de *A. largoensis* e *E. concordis* alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.



Fonte: dados da pesquisa

Figura 5 - Curvas de sobrevivência (A) e tempo médio de sobrevivência (B) de fêmeas de *A. largoensis* e *E. concordis* alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.



Fonte: dados da pesquisa

Tabela 4 - Parâmetros reprodutivos de *A. largoensis* e *E. concordis* alimentados exclusivamente com ovos da mosca-branca-gigante.

Parâmetros biológicos	Espécies	
	<i>A. largoensis</i>	<i>E. concordis</i>
Fêmeas avaliadas	(n=23♀)	(n=29♀)
Pré-oviposição	2,6 ± 0,14	3,5 ± 0,50
Oviposição	2,9 ± 0,52	3,5 ± 2,50
Pós-oviposição	2,9 ± 0,75	6,75 ± 0,75
Longevidade	8.8 ± 0.77 dias	10.4 ± 0.65 dias
Oviposição	3,6 ± 0,60	2,5 ovos/dia

Fonte: dados da pesquisa

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se que tanto *A. largoensis* quanto *E. concordis* são candidatos promissores para serem utilizados como agentes de controle biológico da mosca-branca-gigante, especialmente em condições de baixa densidade populacional da praga.

Os ovos da mosca-branca-gigante possibilitaram o desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *A. largoensis* e *E. concordis*, porém dificilmente os predadores se manterão alimentando-se exclusivamente dos ovos.

Sugere-se que seja avaliada a preferência alimentar dos predadores; e comportamento dos predadores frente a situações de multiplas presas ou itens alimentares diversos (por exemplo, pólen, nectar e exudatos açucarados de plantas).

REFERÊNCIAS

- Abdallah, A.A, Zhang, Z.Q, Masters, G.J & McNeill S (2001) *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): life history and feeding habits on three different types of food. *Experimental and Applied Acarology*, 25, 833–847
- Agrofit. (2017). *Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários*. Consulta de Praga/Doença. Acessado em: 13 de abril de 2017.
- Agrofit. (2018) Sistema de agrotóxicos fitossanitários. [online]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS, Brasília, Brasil. Acessível: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons (acesso em janeiro 2018)
- Arruda, E.C. (1970) Nota prévia sobre uma nova espécie do gênero *Nephaspis* (Coleoptera, Coccinellidae) predadora do *Aleurodicus cocois* em Pernambuco. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 45, 156pp.
- Arruda, E.C. (1971) *Contribuição ao estudo de Aleurodicus cocois Curtis, 1846 (Homoptera: Aleyrodidae) e seu controle biológico em Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Piracicaba-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 70pp.
- Barbosa, M.F. & Moraes, G.J. (2015) Evaluation of astigmatid mites as factitious food for rearing four predaceous phytoseiid mites (Acari: Astigmatina; Phytoseiidae). *Biological Control*, 91, 22-26
- Bemis, F.E. (1904) *The aleyrodids, or mealy-winged flies, of California, with references to other American species*, Vol. 27. United States National Museum. pp. 471-53.
- Biobets Sustainable Crop Management. (2018) Technical Sheet Dyna-Mite® G-System: *Euseius gallicus*. Belgium: Biobest expertise: integrated pest management, biological control and pollination. [Internet]. Available from: <http://www.biobestgroup.com/en/biobest/products/biological-control-4463/benecialinsects-and-mites-4479/dyna-mite-g-system-6285/>
- Bleicher, E. & Melo, Q.M.S. (1993) *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. Fortaleza: Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical- CNPAT, Documentos, 9, 33pp.
- Bleicher, E. & Melo, Q.M.S. (1996) *Artrópodes associados ao cajueiro no Brasil*. 2ª. ed. Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CNPAT, Documentos 9, 35pp
- Broufas, G.D. & Koveos, D.S. (2000) Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental entomology*, 29, 743-749.
- Byrne, D.N. & Bellows, T.S.Jr. (1991) Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*, 36, 431-457.

- Byrne, D.N., & Bellows Jr, T.S. (1991) Whitefly biology. *Annual review of entomology*, 36, 431-457.
- Byrne, D.N., Bellows, T.S. & Parrella, M.P. (1990) Whiteflies in agricultural system. In: GERLING. D. (Ed.) *Whiteflies: their bionomic, pest status and management*. Hants: Intercept. pp. 227-261
- Carneiro, J.S., Silva, P.H.S. & Rêgo, M.T. (2006) Manejo do controle químico e biológico da mosca-branca-do-cajueiro *Aleurodicus cocois* na cajucultura do Piauí. *ReHAgro- recursos humanos do agronegócio*.
- Carrillo, D. & Peña, J.E. (2011) Prey-stage preferences and functional numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology*, 57, 361-372.
- Carrillo, D., Peña, J.E., Hoy, M.A. & Frank, J.H. (2010) Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. *Experimental and Applied Acarology*, 52, 119-129.
- Castro, G.A.P.R. & Siqueira Filho, A. (2006) *Impactos da mosca-branca na cajucultura Sanjoanense*. Relatório da Prefeitura de São João da Barra, RJ.
- Cavalcante, A.C.C., Dos Santos, V.L.V., Rossi, L.C., & Moraes, G.J.D. (2015) Potential of five Brazilian populations of Phytoseiidae (Acari) for the biological control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). *Journal of economic entomology*, 108, 29-33.
- Cavalcante, A.C.C., Mandro, M.E., Paes, E.R. & Moraes, G.J. (2016) *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control for *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. *International journal of acarology*, 43, 10-15.
- Chant, D.A. (1965) Generic Concepts in the Family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) 1, 2. *The Canadian Entomologist*, 97, 351-374.
- Costa, É.C., Teodoro, A.V., Rêgo, A.S., Pedro-Neto, M. & Sarmiento, R.A. (2014) Functional response of *Euseius concordis* to densities of different developmental stages of the cassava green mite. *Experimental and Applied Acarology*, 64, 277-286.
- Croft, B.A., Pratt, D.A. & Luh, H.K. (2004) Low-density release of *Neoseiulus fallacis* provide for rapid dispersal and control of *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) on apple seedlings. *Experimental & Applied Acarology*, 33, 327-339.
- Defesa vegetal. (2017) <http://www.defesavegetal.net/aledco.acessado em:05> de maio de 2017
- Demite, P.R., Moraes, G.J., McMurtry, J.A., Denmark, H.A. & Castilho, R.C. (2017) *Phytoseiidae Database*. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae. Acessado em: 04 de maio de 2017.

- Dunham, O. & Andrade, S.N. (1971) *Ocorrência da mosca-branca, Aleurodicus cocois (Curtis, 1946), como praga do cajueiro (Anacardium occidentale L.) no estado da Bahia*. Boletim do instituto Biológico, 10: 32-36.
- EPPO European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2018) Commercially used biological control agents: Arachnida, Acarina.[Internt] Paris (France): European and Mediterranean Plant Protection Organization. Available from:http://archives.EPPOStandards/biocontrol_web/acarina.htm
- Evans, G.A. (2007) *Host plant list of the whiteflies (Aleyrodidae) of the world*. USDA. Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), pp. 1-290.89
- Eveleigh, E.S., & Chant, D.A. (1982) Experimental studies on acarine predator-prey interactions: the effects of predator density on immature survival, adult fecundity and emigration rates, and the numerical response to prey density (Acarina: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 60, 630-638.
- Gallo, D., Nakano, O., Neto, S.S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C.E., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramin, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S. & Omoto, C. (2002) *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 920pp.
- Galvão, A.S, Gondim, M.G.C, Moraes, G.J, Oliveira, J.V. (2007) Biology of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), a potential predator of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) on coconut trees. *Neotropical Entomology*, 36, 465-470
- Gerson, U. & Weintraub, P.G. (2012) Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual review of entomology*, 57, 229-247.
- Gerson, U., Smiley, R.L. & Ochoa, R. (2003) *Mites (acari) for pest control*. Oxford: Blackwell Science, 539pp.
- Gill, R.J. (1990) The morphology of whiteflies. In *Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Managemenf*. Hampshire, UK: Intercept Ltd. Ch. 2. pp. 13-44.
- Gnanvossou, D., Hanna, R., Yaninek, J.S. & Toko, M. (2005) Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. *Biological control*, 35, 32-39.
- Goiana, E.D.S., Dias, N.D.S., Neto, F.D.C.V., Maciel, G.D.S., Pastori, P.L. & Melo, J. W.S. (2017) Some biological parameters and colonization of *Aleurodicus cocois* on dwarf-cashew. *Idesia*, 35, 117-120.
- Gondim, M.T.P. (1982) *Ciclo biológico da mosca branca do cajueiro (Aleurodicus cocois Curtis, 1846)*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, pp. 46.
- Gotoh, T. & Tsuchiya, A. (2008) Food scarcity reduces female longevity of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 47, 119-129.
- Holling, C.S. (1959a) Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism1. *The Canadian Entomologist*, 91, 385-398.

- Holling, C.S. (1959b) The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the European pine sawfly. *The Canadian Entomologist*, 91, 293-320.
- Holling, C.S. (1961) Principles of insect predation. *Annual review of entomology*, 6, 163-182.
- Holling, C.S. (1965) *The functional response of predators to prey density and its role in mimicry and population regulation*. The Memoirs of the Entomological Society of Canada, 97, 5-60.
- Hoogerbrugge, H., Calvo, J., van Houten, Y., Belda, J.E. & Bolckmans, K. (2005) *Biological control of the tobacco whitefly Bemisia tabaci with the predatory mite Amblyseius swirskii in sweet pepper crops*. International Organisation for Biological and Integrated Control/wprs Bulletin, 28, 119-122.
- James, D.G. (1989) Biological-Control of *Tetranychus-Urticae* (Koch)(Acari, Tetranychidae) in Southern New-South-Wales Peach Orchards-the Role of *Amblyseius-Victoriensis* (Acarina, Phytoseiidae). *Australian journal of zoology*, 37, 645-655.
- Juliano, S.A. (1993) Nonlinear Curve Fitting: predation and functional response curves. In: Scheiner S.M., Gurevitch J. (eds). *Design And Analysis Of Ecological Experiments*. Chapman and Hall, New York, NY, pp 159–182.
- Knapp, M., Van Houten, Y., Hoogerbrugge, H. & Bolckmans, K. (2013) *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent: *literature review and new findings*. *Acarologia*, 532, 191-202.
- Koehler, H.H. (1999) Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata). In: *Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes* pp. 395-410.
- Koppert Biological Systems. (2018) Swirski-mite. The Netherlands: Koppert B.V. [Internet]. Available from: [//www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/](http://www.koppert.com/products/products-pests-diseases/products/detail/swirski-mite-1/).
- Krebs, C.J. (1978) *Ecology, the experimental analysis of distribution and abundance*, 2nd ed. New York. Harper and Row. 694pp.
- Kreiter, S., Tixier, M.S., Croft, B.A., Auger, P. & Barret, D. (2002) Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. *Environmental Entomology*, 31, 648-660.
- Lima, D.B. & Gondim Jr, M.G.C. (2008) Diversidade de ácaros em *Anacardium occidentale* (L.) no campus da Universidade Federal Rural De Pernambuco. In: *XXII Congresso Brasileiro de Entomologia*, Uberlândia, 1.
- Lima, S.S., Khan A.S., Lima, P.S., Leite, L.A.S. & Mattos, A.L.A. (2010) *Nível Tecnológico e fatores de decisão para adoção de tecnologia na produção de caju no Ceará*, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical-*Artigo em periódico indexado (ALICE)*.8, 121 – 145

- Marques, C.C., Oliveira, C.H.C.M., Oliveira, C.R.L.F., O. S., Matioli, A.L. & Lima Neto, I.F.A (2015) Biologia e tabela de vida do ácaro predador *Euseius concordis* (CHANT, 1959) (Acari: Phytoseiidae) em pinhão-manso. *Revista Caatinga*, 28, 249-255.
- Martin, J.H. (1987) An identification guide to common whitefly pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidae). *International Journal of Pest Management*, 33, 298-322.
- McMurtry, J.A. & Croft, B.A. (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual review of entomology*, 42, 291-321.
- McMurtry, J.A. & Rodriguez, J.G. (1987) Nutritional ecology of phytoseiid mites. Nutritional ecology of insects, mites and spiders. Wiley, New York, pp. 609-644.
- McMurtry, J.A. (1991) Augmentative releases to control mites in agriculture, p.151-157. In F. Dusbábek & V. Bukva (Eds.), *Modern acarology*. The Hague, SPB Academic Publishing, v.1.151-157
- McMurtry, J.A., Moraes, G.J. & Sourassou, N.F. (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (acari: phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and applied Acarology* v. 18. London, pp. 297-320
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (1998) Pragas Do Cajueiro. In: Sobrinho, R.B., Cardoso, J.E. & Freire, F.C. 1998. *Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial* (eds.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical-CNPAT, pp. 53-79.
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (2002) Identificação e manejo das principais pragas. In: Melo, Q.M.S. *Caju fitossanidade* (Ed.). Fortaleza: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/agroindústria tropical-CNPAT, cap. 1, 9-34.
- Melo, Q.M.S. & Bleicher, E. (2002) Identificação e manejo das principais pragas do cajueiro. *Caju fitossanidade*. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Agroindústria Tropical, pp. 9-34.
- Melo, Q.M.S. & Cavalcante, R.D. (1979) *Incidence of the whitefly Aleurodicus cocois in cashew plantations in Ceara*. Preliminary results. *Fitossanidade*, v. 3, n. 1/2, p. 5 6.
- Mesquita, A.L.M. & Braga Sobrinho, R. (2013) Pragas do cajueiro. In: Araújo, J.P.P. de (Ed.). *Agronegócio caju: práticas e inovações*. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. pp. 195-215.
- Monteiro, N.V., Alfaia, J.P., Barros, M.E.N., Lima, D.B. & Melo, J.W.S. (2017) levantamento de ácaros fitoseídeos em plantas de *Anacardium Occidentale*. *Encontros Universitários*. Universidade Federal do Ceará, 2, 3688pp.
- Moraes, G.J. & Flechtmann, C.H.W. (2008) *Manual de acarologia*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 288pp.
- Moraes, G.J. & Lima, H.C.(1983) Biology of *Euseius concordis* (Chant)(Acarina: Phytoseiidae), a predator of the tomato Russet Mite. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Semiárido-*Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

- Moraes, G.J. (1991) *Controle biológico de ácaros fitófagos*. Informe Agropecuário, 15, 56-62
- Moraes, G.J., Parra, J.R.P., Botelho, P.S.M., Corrêa-Ferreira, B.S. & Bento, J.M.S. (2002). Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. Barueri, Editora Manole Ltda., XXIII 609, 225-237.
- Morell, H.R., Miranda, I., Ramos, M. & Badii, M.H. (2010) Functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) in Cuba. *International Journal of Acarology*, 36, 371–376.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Experimental & applied acarology*, 31, 15-26.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003a) Phytoseiid predator of whitefly feeds on plant tissue. *Experimental & applied acarology*, 3, 27-36.
- Nomikou, M., Janssen, A. & Sabelis, M.W. (2003b) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Experimental & applied acarology*, 31, 15-26.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R. & Sabelis, M.W. (2001) Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental & Applied Acarology*, 25, 271-291.
- Núñez, E. (1998) Los Aleyrodidae peruanos y sus controladores biológicos. In *XL Convención Nacional de Entomología*, Ica. Sociedad Entomológica del Perú, Lima, Perú. 5pp.
- Parente, J.I.G. & Santos, J.H. (1970) *A importância da cultura do cajueiro em especial para o nordeste brasileiro*. Correio Agrícola, 3, 42-45.
- Plantwise (2017) <http://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=4139>. Acessado em: 05 de maio de 2017.
- Poletti, M. (2007) *Integração das estratégias de controle químico e biológico para a conservação e liberação dos ácaros predadores Neoseiulus californicus (McGregor) e Phytoseiulus macropilis (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em programas de manejo do ácaro rajado Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae)*. Tese (Doutorado em Ciências: Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 166pp
- Rodriguez, H. & Ramos, M. (2004). Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Revista de Protección Vegetal*, 19, 73-79.
- Sabelis, M.W. (1985) Predator-prey interaction: predation on spider mites. In W. Helle and M. W. Sabelis (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam. pp. 103–129.

- Sabelis, M.W. (1985a) Life History: Development . In W. Helle and M. W. Sabelis (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam. pp. 43-53.
- Sabelis, M.W. (1985b) Life History: Reproduction. In W. Helle and M. W. Sabelis (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam. pp. 73-82.
- Sandness, J.N. & McMurtry, J.A. (1970) Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. *The Canadian Entomologist*, 102, 692-704.
- Santos, E.S., Gomes, A.A.H., Pini, N.S.D. & Chagas, F.V. (2015) Dinâmica populacional de *Aleurodicus cocois* e seu inimigo natural *Chrysoperla* sp. em genótipos de cajueiro-anão. In: *II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste*, Fortaleza. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Agroindústria Tropical, 2pp.
- SAS Institute (2002) SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2 MO. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Sato, M.E., Silva, M.D., Gonçalves, L.R., Souza Filho, M.D. & Raga, A. (2002) Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro. *Neotropical Entomology*, 31, 449-456.
- Silva, A.B. (1977) *Aleurodicus cocois* (Curtis, (846) atacando pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) no estado do Pará. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. Jaboticabal, 6, 136-137.
- Silva, A.G., Gonçalves, C.R., Galvão, D.M., Gonçalves, A.J.L., Gomes, J., Silva, M.Do N. & Simoni, I. (1968) *Quarto Catálogo dos Insetos que Vivem nas Plantas do Brasil: seus parasitos e predadores*. Rio de Janeiro: Serviço de Defesa Sanitária Vegetal. Parte II, Tomo 1. 622pp.
- Silva, P.H.S., Carneiro, J.S., Castro, M.J.P. & Lopes, M.T.R. (2008) Ação biocida de óleos vegetais em ovos e ninfas da mosca-branca-do-cajuieiro e operárias de *Apis mellifera* L. Teresina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio-Norte, Comunicado Técnico, 205, 4pp.
- Silva, P.H.S., Lima, F.N. & Moura, M.M. (1989) Controle da mosca branca do cajueiro *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Homoptera, Aleyrodidae) pelo bicho lixeiro (*Chrysopa* sp. (Neuroptera, Chrysopidae). In: *Congresso Brasileiro De Entomologia*, Resumos. Belo Horizonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -CNPMS / Empresa de assistência técnica e extensão rural-GO, 211pp.
- Silva, Q.M.A. & Cavalcante, R.D. (1977) *Ocorrência da mosca branca (Aleurodicus cocois Curtis (Hom. Aleyrodidae) como praga do cajueiro (Anacardium occidentale L.) no Estado do Ceará*. Fitossanidade, Fortaleza, 2, 13 – 14
- Solomon, M.E. (1949) The natural control of animal populations. *The Journal of Animal Ecology*, 1-35.

Souza, L.A. & Lemos, W.P. (2004) Prospecção de insetos associados ao açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em viveiro e proposições de controle. *Revista de Ciências Agrárias*, 42, 231-241.

Trindade, T. & Lima, A.F. (2012) Predação de moscas-brancas por *Chrysoperla* Steinmann (Neuroptera: Chrysopidae) no Brasil. *Entomotropica*, 27, 71-75.

Van Rijn, P.C. & Tanigoshi, L.K. (1999) The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. In *Ecology and Evolution of the Acari*, Springer, Dordrecht. pp. 405-417.

Vantornhout, I., Minnaert, H. L., Tirry, L. & De Clercq, P. (2005) Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & applied acarology*, 35, 183-195.

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

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

Villas Boas, G.L., Franca, F.H., De Ávila, A.C. & Bezerra, I.C. (1997) *Manejo integrado da mosca branca Bemisia argentifolii*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPH. Circular Técnica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Hortaliças. pp.12.

Watanabe, M.A., Moraes, G.J., Gastaldo Jr, I. & Nicolella, G. (1994) Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseideos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Meio Ambiente- *Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Wei, Q. & Walde, S.J. (1997) The functional response of *Typhlodromus pyri* to its prey, *Panonychus ulmi*: the effect of pollen. *Experimental & applied acarology*, 21, 677-684.

Yaninek, J.S. & Hanna, R. (2003) Cassava green mite in Africa: a unique example of successful classical biological control of a mite pest on a continental scale. In: Orgemeister, P., Borgemeister, C. And Langewald, J. (Eds.). *Biological control in IPM systems in Africa*, CABI. pp. 61-75.

Yaninek, J.S. & Moraes, G.J. (1991) A synopsis of classical biological control of mites in agriculture. In: DUSBABECK, F.; BUKVA, V. (eds.), *Modern acarology*. Prague: Academia. pp.133-149.

Referência escrita conforme as normas da revista *Systematic & Applied Acarology*