



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA**

JAIRO DE ALMEIDA MENDES

**CANIBALISMO EM *Amblyseius largoensis* (MUMA) (ACARI: PHYTOSEIIDAE), UM
IMPORTANTE INIMIGO NATURAL DE ÁCAROS PRAGA DO COQUEIRO, *Cocos
nucifera* L.**

FORTALEZA

2018

JAIRO DE ALMEIDA MENDES

**CANIBALISMO EM *Amblyseius largoensis* (MUMA) (ACARI: PHYTOSEIIDAE), UM
IMPORTANTE INIMIGO NATURAL DE ÁCAROS PRAGA DO COQUEIRO, *Cocos
nucifera* L.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia da
Universidade Federal do Ceará, como um dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo
Coorientadora: Dr^a. Debora de Lima Melo

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)

M491c Mendes, Jairo de Almeida.

Canibalismo em *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), um importante inimigo natural de ácaros praga do coqueiro, *Cocos mucifera* L. / Jairo de Almeida Mendes. – 2018.
29 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.

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

Coorientação: Prof. Dr. Debora de Lima Melo.

1. Ácaros Phytoseiidae. 2. Generalista. 3. Interações tróficas. I. Título.

CDD 630

JAIRO DE ALMEIDA MENDES

CANIBALISMO EM *Amblyseius largoensis* (MUMA) (ACARI: PHYTOSEIIDAE), UM IMPORTANTE INIMIGO NATURAL DE ÁCAROS PRAGA DO COQUEIRO, *Cocos nucifera* L.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como um dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 19/06/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Wagner da Silva Melo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M. Sc. Rosenya Michely Cintra Filgueiras
Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia - UFC (PPGAF-UFC)

Eduardo Pereira de Sousa Neto
Mestrando Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia - UFC (PPGAF-UFC)

Aos meus pais, Antônio César Pires Mendes e
Liliane Ribeiro de Almeida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, César e Liliane, que não mediram esforços para me manter em outra cidade para que eu pudesse concluir a faculdade, essa vitória é de vocês.

A minha irmã Simone Mendes, que me fez companhia durante boa parte da minha vida em Fortaleza.

A minha namorada Natureza Torres, que esteve do meu lado e me apoiou em todas as dificuldades e me ajudou bastante no dia a dia.

Ao Prof. Dr. Jose Wagner da Silva Melo, pela excelente orientação, pela confiança, por todo reconhecimento e pela paciência em me orientar, além da amizade que construímos com o passar dos anos.

A Dra. Debora Barbosa Lima que contribuiu efetivamente na minha formação na área de acarologia me co-orientando.

Aos participantes da banca examinadora Rosenya Michely, Eduardo Pereira pelo tempo dedicado a revisão e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos colegas do Laboratório de Manejo de Ácaros e Insetos, Edvânia, Josiane, Neville, Luana, Neurilan, Jackson, Eduardo, Rosenya que contribuíram para minha formação profissional e pessoal, e também pelos momentos de descontração.

Aos amigos Jamison Moura, Victor Bevilaqua, Breno Barros, Abel Bruno que foram companheiros nos momentos de estudo.

Ao D.I.V.A (Dias de Integração e valorização da agronomia), pelas grandes amizades que construí, por todos os debates sobre o agronegócio, e pela diversão nas horas vagas.

“Uma terra de riquezas é aquela onde se
cultiva trabalho e dedicação”

RESUMO

Os ácaros da família Phytoseiidae concentram as principais espécies de ácaros predadores utilizados como agentes de controle biológico em diversas culturas. Algumas destas espécies têm hábito alimentar generalista e ocorrem naturalmente sobre as plantas, como é o caso da espécie *Amblyseius largoensis* que é encontrada em folíolos de coqueiro. Para estas espécies o comportamento de canibalismo pode representar uma estratégia de sobrevivência em condições de baixa disponibilidade de alimento, e esta foi a hipótese do presente estudo. Inicialmente criações de *A. largoensis* foram estabelecidas a partir de indivíduos coletados em folíolos de coqueiro, após o estabelecimento das criações foram iniciados os testes. Uma fêmea grávida foi utilizada como repetição em todos os tratamentos que constou de combinações entre presença ou ausência da presa extra-guilda (60 ovos de *Raoiella indica*) e presença ou ausência imaturos de *A. largoensis* (10 imaturos). O canibalismo de *A. largoensis* sobre seus imaturos foi afetado pela presença da presa extra-guilda (ovos de *R. indica*) sendo esta maior na ausência da presa extra-guilda. Esse comportamento de canibalismo das fêmeas de *A. largoensis* forneceu energia suficiente para sua sobrevivência e oviposição na ausência de alimento. Foi observado um maior número de ovos depositado quando fêmeas se alimentaram exclusivamente da presa extra-guilda enquanto que uma menor oviposição foi observada quando o alimento foi de imaturos da própria espécie. Valores intermediários foram observados na presença de ambos (imaturos e presa extra-guilda). Os resultados sugerem que uma oferta limitada de alimento pode levar ao comportamento de canibalismo de *A. largoensis*, representando assim uma estratégia de sobrevivência da espécie. No entanto, ressalta-se que este é um comportamento que deve ocorrer esporadicamente uma vez que *A. largoensis* é uma espécie generalista, alimentando-se não só de outras espécies de ácaros mas também de pólen e exsudatos açucarados de plantas.

Palavras-chave: Ácaros Phytoseiidae, Generalista, Interações tróficas.

ABSTRACT

The mites of the Phytoseiidae family concentrate the main species of predatory mites used as biological control agents in various crops. Some of these species have general food habit and occur naturally on the plants, as is the case of the species *Amblyseius largoensis* that is found in coconut leaflets. For these species, the behavior of cannibalism may represent a survival strategy in conditions of low food availability, and this was the hypothesis of the present study. Initially, *A. largoensis* creations were established from individuals collected in coconut leaflets, after establishment of the creations the tests were started. A pregnant female was used as a repetition in all treatments that consisted of combinations between presence or absence of the extra-guild prey (60 *Raoiella indica* eggs) and immature presence or absence of *A. largoensis* (10 immature). The cannibalism of *A. largoensis* on its immature was affected by the presence of the extra-guild prey (*R. indica* eggs), which is greater in the absence of the extra-guild prey. This behavior of cannibalism of the *A. largoensis* females provided enough energy for their survival and oviposition in the absence of food. A higher number of deposited eggs were observed when females fed exclusively on the extra-guild prey whereas a lower oviposition was observed when the food was immature of the species itself. Intermediate values were observed in the presence of both immature and pre-guild prey. The results suggest that a limited supply of food may lead to the cannibalism behavior of *A. largoensis*, thus representing a survival strategy of the species. However, this is a behavior that should occur sporadically since *A. largoensis* is a general species, feeding not only other species of mites but also pollen and sugary exudates of plants.

Keywords: Phytoseiid mites, Generalist, Trophic interactions

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Consumo diário de ovos de *Raoiella indica* (média \pm EP) por fêmeas adultas de *Amblyseius largoensis* (i), ninfas de *Amblyseius largoensis* (ii), fêmea adulta e ninfas de *Amblyseius largoensis* (iii). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$)..... 20
- Figura 2.** Predação/mortalidade diária (média \pm EP) de predadores juvenis (ninfas de *Amblyseius largoensis*) na presença e/ou ausência de predadores adultos (Fêmeas adultas de *Amblyseius largoensis*) e presas (ovos de *Raoiella indica*). Os asteriscos indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). ns: não significativo..... 21
- Figura 3.** Oviposição diária (média \pm DP) de predadores adultos (fêmeas adultas de *Amblyseius largoensis*) na presença e/ou ausência de predadores juvenis (ninfas de *Amblyseius largoensis*) e ovos de *Raoiella indica*. Os asteriscos indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). ns: não significativo..... 22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Canibalismo	14
2.2	Ácaros predadores	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Coleta e Criação de ácaros	18
3.2	Procedimentos Experimentais	18
3.3	Análise estatística	19
4	RESULTADOS	19
5	DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O ácaro fitoseídeo *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) é uma espécie que ocorrem naturalmente em regiões tropicais e subtropicais do mundo, muitas vezes em associação com plantas perenes (Demite et al. 2016). Esta espécie é o predador mais comum encontrado em plantas de coqueiros (*Cocos nucifera* L.) (Lawson-Balagbo et al. 2008; Negloh et al. 2011; Melo et al. 2015). É encontrado principalmente em folhas ou superfície de frutos e raramente sob as brácteas dos frutos de coco (Lawson-Balagbo et al. 2008; Rei et al. 2008; Melo et al. 2015). *A. largoensis* é considerado um importante inimigo natural de duas principais pragas de coco: o ácaro vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) e o ácaro da necrose do coqueiro, *Aceria guerreronis* Keifer (Carrillo et al. 2012; Melo et al. 2015).

Especificamente, *A. largoensis* é o predador mais abundante associado ao ácaro vermelho das palmeiras em folhas de coqueiro em vários países (Gallego et al. 2003; Roda et al. 2008; Bowman 2010; Ramos et al. 2010; Zannou et al. 2010; Carrillo et al. 2011; Taylor et al. 2011; Gondim Jr et al. 2012). Em alguns destes países (por exemplo, Trinidad e Tobago e Porto Rico), a população de *A. largoensis* aumentou em resposta à chegada do ácaro vermelho das palmeiras (Peña et al. 2009).

Vários estudos demonstraram que *A. largoensis* foi capaz de se alimentar, desenvolver e reproduzir em uma dieta constituída unicamente pelo ácaro vermelho das palmeiras, mostrando uma forte preferência por ovos desta (*R. indica*) sobre outros estádios da praga (Carrillo et al. 2010; Carrillo e Peña 2011).

Além disso, observou-se que *A. largoensis* preda o ácaro da necrose do coqueiro no campo (Melo et al. 2015). O ácaro da necrose do coqueiro reside sob o perianto dos frutos, onde alimenta no tecido meristemático e é protegido por brácteas florais (Howard e Abreu-Rodriguez 1999; Sabelis e Bruin, 1996; Ambily e Mathew 2003; Fernando et al. 2003; Siriwardena et al. 2005; Aractchige et al. 2007; Lawson-Balagbo et al. 2007; Silva et al. 2016). As brácteas do fruto atuam como uma barreira física, dificultando o acesso ao microhabitat ocupado pelo ácaro (*A. guerreronis*) (Aractchige et al. 2007; Lawson-Balagbo et al., 2007; Melo et al. 2014, 2015). Uma vez que *A. largoensis* não pode acessar a área sob as brácteas, provavelmente se alimenta de *A. guerreronis* quando estes saem das brácteas para se dispersarem (Melo et al. 2015).

Com base na amplitude da dieta, *A. largoensis* foi classificado como um generalista

tipo III (McMurtry e Rodrigues 1987; McMurtry e Croft 1997; Luh e Croft 2001; Croft et al. 2004; McMurtry et al. 2013). Os fitoseídios generalistas podem se alimentar de ácaros de várias famílias, incluindo eriófideos, tarsonêmideos, tetraníquideos e tídeídeos, bem como em várias espécies de insetos, como tripes ou moscas brancas (Gerson e Weintraub 2012). Além disso, os fitoseídeos generalistas podem também alimentar-se de exsudados vegetais James 1989; Kreiter et al. 2002; Nomikou et al. 2003; Gnanvossou et al. 2005), néctar (Van Rijn e Tanigoshi 1999), e pólen (Broufas e Koveos 2000; Abdallah et al. 2001; Nomikou et al. 2001; Vantornhout et al. 2005). Alguns fitoseídeos não só se alimentam de ácaros fitófagos, insetos e produtos vegetais, mas também atacam uns aos outros em situações competitivas (por exemplo, Yao e Chant 1989; Zhang e Croft 1995; MacRae e Croft 1997; Schausberger 1997).

O canibalismo, a morte e a ingestão de co-específicos, é um fenômeno generalizado no reino animal e muitas vezes se intensifica quando as presas heteroespecíficas são escassas (Fox 1975; Polis 1981; Polis et al. 1989; Elgar e Crespi 1992; Rosenheim et al. 1995). Várias hipóteses têm sido propostas para explicar o canibalismo, incluindo: benefícios nutricionais para o consumidor; redução da competição por alimentos, recursos físicos e/ou abrigos; eliminação de um predador potencial, e aumento da sobrevivência e perspectivas de reprodução de indivíduos relacionados, eliminando indivíduos geneticamente não relacionados (Elgar e Crespi 1992; Hamilton 1964a, 1964b, Schausberger 2003). No entanto, o canibalismo apresenta as seguintes desvantagens: risco de lesão e de transmissão de doenças ou parasitas e perda da aptidão inclusiva se os parentes são consumidos (Elgar e Crespi 1992; Pfennig et al. 1998).

Embora o canibalismo tenha sido relatado e estudado em muitas espécies de Phytoseiidae (Schausberger, 2003), ainda não foi explorado em *A. largoensis*, uma espécie que é valorizada por sua contribuição para o controle biológico de ácaros praga em plantas de coco. De acordo com Schausberger (1999, 2003), os fitoseídeos que são classificados como generalistas podem discernir entre co-específicos e heteroespecíficos e preferem predação sobre estes últimos quando lhes é dada a escolha. Aqui investigamos os efeitos da disponibilidade de ovos de *R. indica*, a presa heteroespecífica de *A. largoensis*, na tendência de *A. largoensis* de se envolver no canibalismo. Além disso, a oviposição foi medida na presença e/ou ausência tanto de predadores juvenis quanto de presas herbívoras.

NOTA¹

¹Jairo A. Mendes, Maria E. N. Barros, Debora B. Lima & José W. S. Melo. Cannibalism in *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), an important natural enemy of coconut mite pests. Publicado em International Journal of Acarology DOI: 10.1080/01647954.2017.1333526.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Canibalismo

Canibalismo é o ato de predar ou se alimentar de indivíduos da mesma espécie (Polis, 1981). Sendo comum entre artrópodes predadores generalistas (Rickers; Scheu, 2005). Embora imagine-se que este comportamento seja uma exceção e ocorra de forma isolada, vários estudos em laboratório e em campo demonstram que a maioria dos vertebrados e invertebrados são canibais (Elgar e Crespi 1992).

Como o canibalismo ocorre entre indivíduos de uma mesma espécie, classificamos essa interação como uma relação ecológica intraespecífica. Essa relação pode ser classificada ainda como desarmônica, uma vez que um dos indivíduos é prejudicado (Buskirk et al. 1984).

Este comportamento pode ser exibido em variadas circunstâncias no ambiente, podendo atuar como uma pressão de seleção de uma determinada população. Embora existam relatos de canibalismo em determinadas espécies, vale salientar que, algumas espécies recorrem a este comportamento devido algum estresse nas condições ambientais ou disponibilidade de alimento (Schausberger, 2003).

A baixa disponibilidade de alimentos é um fator ecológico que pode promover a ocorrência de canibalismo. O canibalismo pode ser uma estratégia de adquirir alimentação alternativa para suprir a necessidade de alguns nutrientes (Fox, 1975).

Como possível estratégia de sobrevivência o canibalismo pode trazer benefícios para a perpetuação da espécie. Primeiramente, obter recursos nutricionais para manutenção do metabolismo em períodos de escassez de outras fontes de alimento; obter energia para o desenvolvimento de formas jovens ou até mesmo a reprodução, como por exemplo a produção de ovos (Schausberger, 2003).

Outra possibilidade seria a redução da competição intraespecífica por fontes de alimento, locais possíveis para abrigo e postura; superioridade em competições reprodutivas, reduzindo o número de indivíduos do mesmo sexo e por fim eliminar um possível predador mutuo (Elgar e Crespi 1992).

No entanto, esta interação ecológica pode trazer riscos a espécie devido a necessidade de atacar um co-específicos (presa) que no caso pode ser um predador. Como a interação é intraespecífica a espécie assume o risco de ser acometida por doenças e ser parasitada por organismos específicos (Pfennig et al. 1998). E por fim a perda potencial de

aptidão inclusiva quando uma espécie canibal mata e consome um indivíduo geneticamente relacionados (Elgar e Crespi 1992).

2.2 Ácaros predadores

Dentre as espécies que foram relatadas a interação ecológica de canibalismo, os ácaros predadores da família Phytoseiidae, ganharam atenção especial devido ao grande potencial de utilização destes ácaros em programas de controle biológico. A família Phytoseiidae compreende ácaros predadores, que se alimentam de ácaros fitófagos, pequenos insetos, pólen e exsudatos de plantas (Schausberger, 2003).

No ecossistema as plantas abrigam uma gama de ácaros e insetos herbívoros, e são presas de diversos artrópodes predadores (Schausberger, 2003). Já em áreas cultivadas, a variedade de espécies de plantas é bem reduzida, o que faz com que por exemplo algumas espécies de ácaros predadores fitoseídeos, tenham que explorar áreas em comum ou até mesmo as presas. Isso facilita em que as espécies tenham relações de predação intraguilda (Polis et al. 1989). Esta interação pertence ao canibalismo, no qual alguns predadores podem ter que escolher entre comer um indivíduo co-específico ou heteroespecífico (Schausberger, 2003).

Em condições de laboratório várias espécies desta família apresentaram comportamento canibal. Alguns estudos demonstraram que o canibalismo tem forte variação entre as espécies (Croft et al., 1996; Schausberger e Croft 1999, 2000) no entanto a preferência ao estágio de vida e o tamanho da presa não há tanta variação (Elgar e Crespi 1992). Os indivíduos maiores (adultos) são mais ávidos que os menores (imatuross), e os indivíduos menores são mais frequentemente canibalizados (Schausberger, 2003).

Esta estratégia é observada em algumas espécies da família Phytoseiidae, no qual diminui a chance de haver uma resposta de contra-ataque da presa que está sob ataque. No entanto, alguns fatores biológicos da própria espécie fazem com que haja uma dificuldade no momento da predação (Schausberger, 2003). Como por exemplo, o canibalismo de ovos, fica dificultado devido à ausência de mecanismos morfológicos para agarrar e perfurar ovos, ou até mesmo substâncias presentes no córion dos ovos. Foi relatado que fêmeas adultas de *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae), foram observados descansando perto de ovos co-específicos, aparentemente aguardando a eclosão de larvas (Walzer et al., 2001).

O canibalismo tem uma relação de custo-benefício de acordo com o estágio de desenvolvimento da presa, principalmente entre fêmeas adultas e imaturos. A mortalidade dentro de um grupo de imaturos que canibalizam um ao outro pode ser consideravelmente alta devido a diferenças mínimas de tamanho entre os canibais e as vítimas (Walzer e Schausberger 1999).

No entanto, várias espécies de ácaros predadores fitoseídeos, que são canibais, tiveram benefício nutricional que permitiu a mudança de fase e subsequentemente chegar a fase adulta (Schausberger 1999). Apesar do benefício nutricional, algumas espécies não conseguem ter energia suficiente para oviposição.

No caso de espécies que são extremamente especializadas o canibalismo não resulta em reprodução (Yao e Chant 1989). Porém, apesar de não gerar descendentes as fêmeas de alguns ácaros predadores, podem praticar o canibalismo a fim de, obter energia para se dispersar, reduzir a competição de sua progênie com outros indivíduos e reduzir em número os descendentes em caso de escassez alimentar. Isso deixa claro a capacidade que as fêmeas têm em distinguir parentes de não parentes, se beneficiando em todas as relações citadas anteriormente (Schausberger, 2003).

Assim esta capacidade de reconhecimento é uma evolução na interação de canibalismo favorecendo a discriminação de parentesco entre as espécies. Esse fator é de extrema relevância visto que em circunstâncias que o indivíduo possa escolher entre uma presa co-específica e heteroespecífica, supõe-se que o reconhecimento do parentesco favorece a espécie em não canibalizar. Alguns estudos relatam que fêmeas adultas de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae), conseguem diferenciar as larvas parentais de não parentais, e tem preferência por larvas não parentais quando se tem chance de escolha (Schausberger e Croft 2001).

Apesar da interação de canibalismo ocorrer de forma reduzida na natureza, pode influenciar de forma significativa o nível da população envolvida (McCann et al., 1998). O canibalismo pode desempenhar papel de regulação de uma população, pois pode eliminar competidores intraespecíficos e como consequência a quantidade de alimento disponível para os demais indivíduos (Schausberger, 2003).

Geralmente, o canibalismo de uma população pode ocorrer como consequência de alterações ambientais, ou pela redução na disponibilidade de alimento, porém, esta diminuição na quantidade de alimento faz com que os ácaros predadores busquem se dispersar em busca por locais com maior quantidade de presas(Schausberger, 2003). Pels e Sabelis (1999), relataram uma diferença no tempo de dispersão em imaturos, fêmeas adultas e machos

de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). Enquanto machos e imaturos não saíram enquanto havia alimento disponível, algumas fêmeas se dispersaram. Já quando as presas foram eliminadas, alguns imaturos se dispersaram imediatamente.

As interações entre os predadores como competição, predação intraguilha e canibalismo afetam diretamente o desenvolvimento e a evolução nas populações, e tem efeito significativo em programas de controle biológico. Schausberger e Walzer (2001), estudaram a dinâmica populacional de *P. persimilis* e *N. californicus* no cultivo de gérbera em estufa e arenas foliares destacadas. Ambos os resultados sugeriram que a mudança na dinâmica populacional está relacionada a predação intraguilha e ao canibalismo. *N. californicus* tem maior benefício nutricional na predação intraguilha de *P. persimilis*, do que no canibalismo. Já *P. persimilis* é mais canibal do que *N. californicus* obtendo maior benefício nutricional do que a predação intraguilha.

Porém, em circunstâncias naturais, as colônias de ácaros predadores fitoseídeos são mais estruturadas, havendo indivíduos em vários estágios de desenvolvimento, favorecendo o canibalismo de indivíduos mais jovens. Com isso, populações com indivíduos canibais tem a tendência de permanecer por mais tempo no campo após a eliminação das presas, e isso pode contribuir diretamente para o controle biológico a longo prazo, pois os indivíduos se mantêm no ambiente, podendo fazer o controle quando houver novas infestações (Schausberger, 2003).

NOTA²

²Esta monografia segue normas do International Journal of Acarology (2017) com adaptações para as normas do guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará (UFC).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e Criação de ácaros

Indivíduos de *Amblyseius largoensis* foram obtidos de folíolos de coqueiro (*Cocos nucifera* L) na cidade de Fortaleza, Ceará. Aproximadamente 100 indivíduos (preferencialmente fêmeas) foram retirados dos folíolos com o auxílio de um pincel e em seguida foram transferidos para arenas de criação. Cada arena de criação consistiu em um quadrado de PVC preto (15 x 15 cm quadrado e 1 mm de espessura) colocado sobre uma esponja em forma de disco em uma bandeja plástica.

As margens do quadrado de PVC foram cobertas com uma faixa de algodão hidrófilo, e tanto a esponja como a faixa de algodão foram umedecidas diariamente com água destilada. Uma pequena quantidade de algodão junto a quadriculo de plástico foram colocados no centro da arena de criação, no qual serviu de local para oviposição para os predadores. Em cada arena, os predadores receberam pólen de coco + pedaços de folhas (5 cm²) contendo aproximadamente de 300 indivíduos de todos os estádios de desenvolvimento (estádios imaturos e adultos) de *Raoiella indica*. O pólen de coco foi obtido a partir de flores colhidas do campo e conservadas em um recipiente fechado e armazenado a 10 °C. Os alimentos eram reabastecidos a cada 3 dias. As arenas de criação foram mantidas em laboratório a 27 ± 1 °C e 70 ± 10 % de umidade relativa com um fotoperíodo de 12 horas de luz.

3.2 Procedimentos Experimentais

O experimento foi conduzido nas mesmas condições ambientais na qual eram mantidas as arenas de criação. Cada unidade experimental era similar a arena de criação, no entanto, eram usadas folhas de feijão de porco (*Canavalia ensiformes* L.) de 2 X 2 cm quadrado ao invés de PVC. Foi utilizado fêmeas grávidas de *A. largoensis* (10 – 14 dias após a eclosão de ovos) como canibal e ninfas de *A. largoensis* (2 – 3 dias após a eclosão de ovos) como presas co-específicas.

Para a obtenção das ninfas utilizadas como presas co-específicas, foram coletados ovos de um grupo de fêmeas grávidas e foram transferidas para arenas antes do experimento. Para iniciar o ensaio, os ovos de predadores foram coletados de colônias de 100-150 fêmeas grávidas e colocadas em uma nova arena. Após 72 horas, 10 ninfas foram colocadas em cada unidade experimental, com a presença ou ausência de ovos de *R. indica* (presa interespecífica), que foram coletados de folíolos de coqueiro. As fêmeas adultas de *A. largoensis* foram retiradas aleatoriamente das arenas de criação, e passaram por um período

de 4 horas de privação alimentar antes do teste, e em seguida, foram introduzidas individualmente em cada unidade experimental. Os seguintes tratamentos foram avaliados:

- i) Uma fêmea (predador adulto) + sessenta ovos de *R. indica* (presa)
- ii) Dez ninfas de predador (predador juvenil) + sessenta ovos de *R. indica* (presa)
- iii) Uma fêmea (predador adulto) + dez ninfas de predador (predador juvenil) + 60 ovos de *R. indica* (presa)
- iv) Dez ninfas de predador (predador juvenil)
- v) Uma fêmea (predador adulto) + dez ninfas de predador (predador juvenil)
- vi) Uma fêmea (predador adulto)

Cada tratamento foi constituído de vinte repetições e cada unidade experimental representa uma repetição. O número de presas mortas (juvenil predadores e / ou presas) e o número de ovos postos por cada predador foi determinado após 24 horas. Um bioensaio anterior com ovos de *R. indica* e sem predador revelou que a mortalidade do ovo devido ao manuseio foi muito baixa (<5%), e assim, nenhuma correção precisou ser executada.

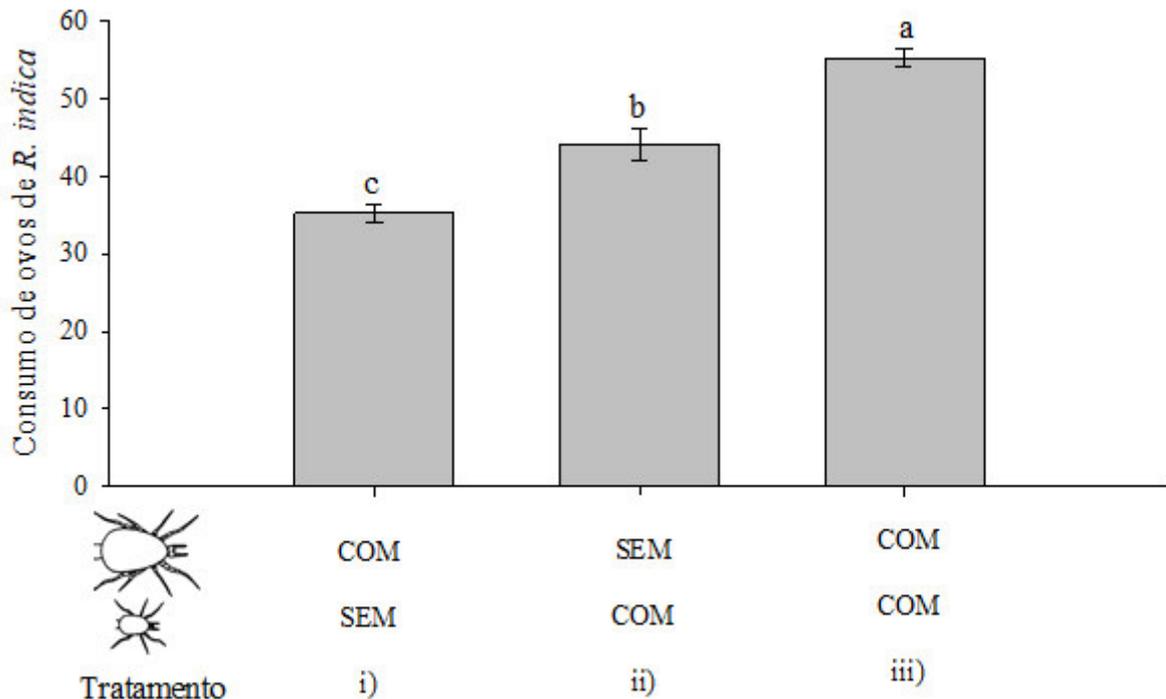
3.3 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas usando SAS (SAS Institute 2001). O consumo de ovos de presa foi normalizado via transformação de raiz quadrada, submetido à análise de variância e comparado pelo teste de Tukey. A mortalidade e a oviposição de predador juvenil foram analisadas usando modelos lineares generalizados de 2 fatores com uma distribuição normal de erros. Para analisar a mortalidade de predadores juvenis, apenas os dados obtidos de tratamentos com predadores juvenis (ii, iii, iv e v) foram incluídos nos modelos e as variáveis explicativas foram “presença de predadores adultos” (SIM ou NÃO) e “presença presa ” (SIM ou NÃO). Para analisar a oviposição, apenas os dados dos tratamentos com predador adulto foram incluídos nos modelos (i, iii, vi e vi), e as variáveis explicativas foram “presença de predadores juvenis” (SIM ou NÃO) e “presença de presa” (Sim ou não). Quando necessário, comparações post hoc foram realizadas usando o teste de Bonferroni. Os procedimentos estatísticos foram realizados seguindo os publicados por Guzman et al. (2016).

4. RESULTADOS

O consumo de ovos de presa diferiu entre os tratamentos ($F_{2,57} = 41,53$; $P < 0,0001$). Foi maior na presença de predadores adultos e predadores juvenis, menor na presença do predador adulto sem predadores juvenis, e intermediário na presença dos predadores juvenis sem o predador adulto (Figura 1).

Figura 1. Consumo diário de ovos de *Raoiella indica* (média \pm EP) por fêmeas adultas de *Amblyseius largoensis* (i), ninfas de *Amblyseius largoensis* (ii), fêmea adulta e ninfas de *Amblyseius largoensis* (iii). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$)

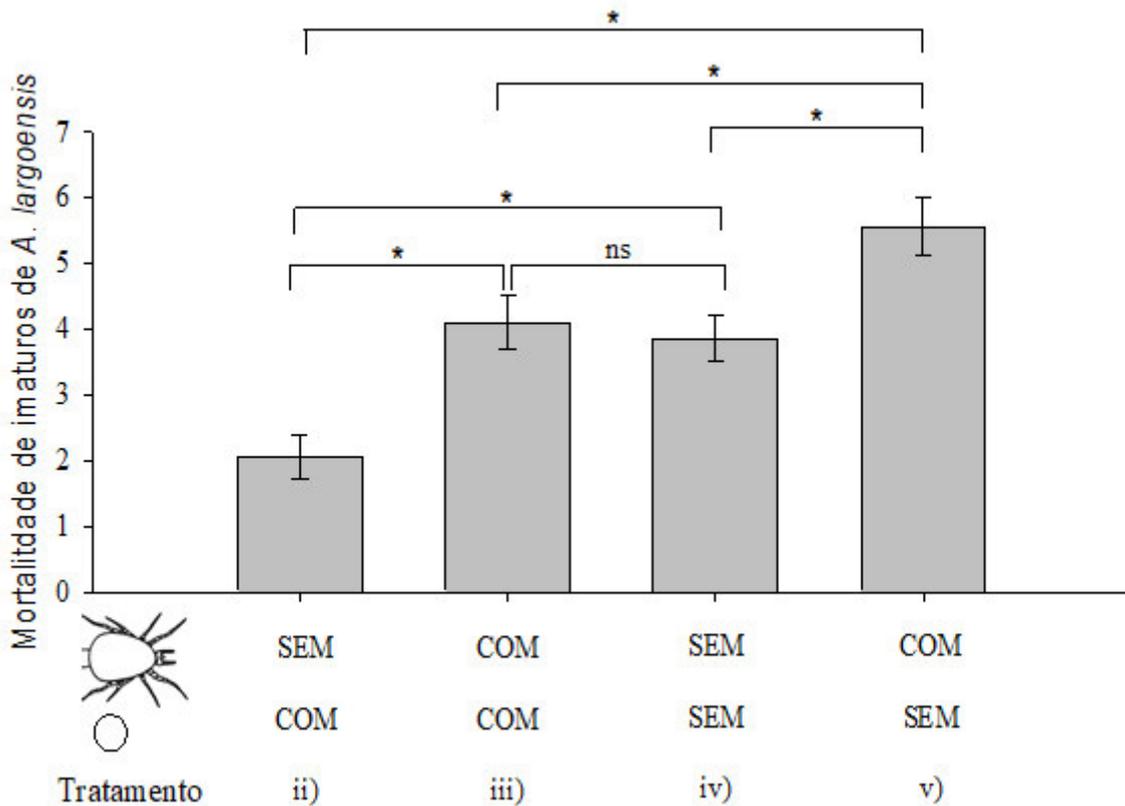


A mortalidade de predadores juvenis foi afetada pela presença de predadores adultos (Wald stat = 177,85; GL = 47; $P < 0,0001$), presença de presa (Wald stat = 29,81; GL = 47; $P < 0,0001$) e sua interação (Wald stat = 14,41; GL = 47; $P < 0,0001$). A mortalidade de predadores juvenis foi maior na presença de fêmeas canibais (Figura 2, comparar tratamentos ii e iii ou iv e v) e menor na presença de presas (Figura 2, comparar tratamentos ii e iv ou iii e v). A interação significativa aqui indicou que a mortalidade de predadores juvenis foi similar na presença e ausência de fêmeas canibais e presas (Figura 2, comparar tratamentos iii e iv), enquanto mortalidade de predadores juvenis foi maior na presença de fêmeas canibais e ausência de presas do que na ausência de fêmeas canibais e na presença de presas (Figura 2, compare os tratamentos iii e v).

Poucas fêmeas canibais ovipositaram quando nem predadores nem presas juvenis estavam presentes (tratamento “vi”, ver Figura 3), provavelmente devido ao canibalismo entre fêmeas durante o período de inanição (já que as fêmeas testadas não foram isoladas) ou devido à alimentação anterior (desde que as fêmeas testadas foram privadas de alimento por

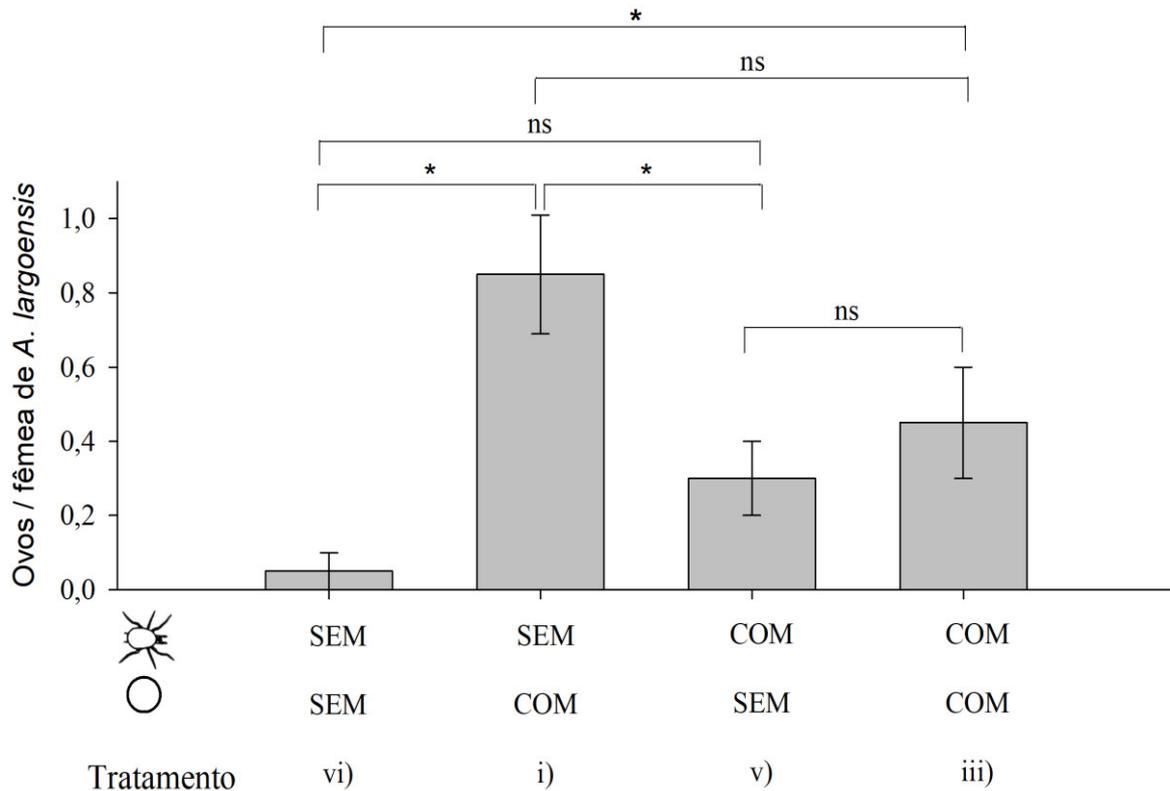
menos de 24 h).

Figura 2. Predação/mortalidade diária (média \pm EP) de predadores juvenis (ninfas de *Amblyseius largoensis*) na presença e/ou ausência de predadores adultos (Fêmeas adultas de *Amblyseius largoensis*) e presas (ovos de *Raoiella indica*). Os asteriscos indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). ns: não significativo



A oviposição foi influenciada pela presença de presas (Wald stat. = 4,07; GL = 76; $P = 0,0435$), mas não por predadores juvenis (Wald stat. = 2,14; GL = 76; $P = 0,2743$), e sua interação foi significativa (Wald stat. = 4,85; GL = 76; $P = 0,0760$). Apesar do efeito significativo da presa, diferenças foram observadas apenas quando os predadores juvenis estavam ausentes: as fêmeas produziram mais ovos na presença de presas do que na ausência de presas (Figura 3, compare os tratamentos i e vi). A interação significativa aqui indicou que as fêmeas produziram mais ovos na presença tanto do predador juvenil quanto da presa do que quando o predador juvenil e a presa estavam ausentes (Figura 3, compare os tratamentos iii e vi), e a produção de ovos foi maior na presença de presas e ausência de predadores juvenis do que na ausência de presas e a presença de predadores juvenis (Figura 3, compare os tratamentos i e v).

Figura 3. Oviposição diária (média \pm EP) de predadores adultos (fêmeas adultas de *Amblyseius largoensis*) na presença e/ou ausência de predadores juvenis (ninfas de *Amblyseius largoensis*) e ovos de *Raoiella indica*. Os asteriscos indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$). ns: não significativo



5. DISCUSSÃO

O presente estudo, investigou a ocorrência de canibalismo em *A. largoensis*. Esta interação trófica foi modulada pela ausência/presença da presa interespecífica, ovos de *R. indica*. Em geral, a presença de presas diminuiu o canibalismo e a oviposição foi reduzida quando os predadores consumiram apenas presas co-específicas (ninfas). O canibalismo ocorre em vários contextos em todo o reino animal e pode permitir que uma população permaneça viável quando, de outro modo, seria extinta (Elgar e Crespi, 1992). Quando os recursos alimentares estão ausentes ou escassos para sustentar uma população, os adultos podem explorar o canibalismo para manter a produção de ovos ou sobreviver a períodos de baixa disponibilidade de recursos (Elgar e Crespi, 1992).

Portanto, é possível que fêmeas adultas de *A. largoensis* predem espécies co-específicas para sobreviver e garantir a reprodução. Vários autores sugeriram que o canibalismo entre os ácaros fitoseídeos ocorre devido à baixa densidade de presas (por exemplo, Yao e Chant 1989; Zhang e Croft 1995; Croft e Croft 1993, Croft et al. 1996;

Schausberger 1997; presente estudo). No entanto, observamos que *A. largoensis* se envolveu em canibalismo apesar do fornecimento suficiente de presas heteroespecíficas, ovos de *R. indica*. Quando a presa heteroespecífica estava disponível, a predação em presas co-específicas (ninfas) por fêmeas de *A. largoensis* ocorreu apenas ocasionalmente e pode ter resultado de encontros aleatórios. No presente estudo, o espaço era limitado e a dispersão não era permitida, portanto, a taxa de canibalismo é provavelmente menor no campo do que nos experimentos atuais.

A presença de presas heteroespecíficas diminuiu o canibalismo de *A. largoensis*, como observado para outras espécies de fitoseídeos (ver Schausberger 2003 para uma revisão das evidências). Tipicamente, presas herbívoras têm maior valor nutricional (Onzo et al., 2005, Zannou et al., 2005) e tendem a ser mais fáceis de acessar do que as presas intraespecíficas (Negloh et al., 2012). Quando as presas heteroespecíficas estão presentes em abundância, espera-se que o predador gaste mais tempo e energia com essa presa, diminuindo assim o consumo de co-específicos (Schausberger 2003; Zannou et al. 2005). Além disso, há risco de ferimentos ou morte ao atacar outros predadores, até mesmo predadores juvenis (Montserrat et al. 2006).

O *Amblyseius largoensis* foi capaz de se reproduzir quando alimentado apenas com co-específicos; no entanto, um baixo número de ovos foi observado. Vários estudos demonstraram que a qualidade de presas co-específicas é frequentemente menor que a qualidade de presas heteroespecíficas (Polis 1981; Polis et al. 1989). No entanto, um estudo recente mostrou que presas co-específicas podem ser uma fonte de alimento similar ou melhor que presas heteroespecíficas (tripes) para os ácaros fitoseídeos *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) e *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) (Buitenhuis et al. 2010). No presente estudo, presas heteroespecíficas pareciam ser uma fonte de alimento mais adequada do que presas co-específicas para *A. largoensis*. Resultados semelhantes foram relatados por Cavalcante et al. (2017) para *A. swirskii* quando as larvas foram oferecidas como presas co-específicas e larvas de *Euseius concordis* (Chant) (Phytoseiidae) como presas heteroespecíficas.

Outra possível explicação para esses resultados é que as fêmeas podem ter comido seus próprios ovos, pois não se sabe se podem discriminar entre ovos próprios e co-específicos. Reconhecimento de parentesco na ordem Acari recebeu menos atenção. No entanto, algumas espécies de fitoseídeos, como *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot e *Phytoseiulus macropilis* Banks, foram capazes de discriminar entre formas imaturas próprias e não-parentes e preferencialmente comeram não-parentes quando tiveram escolha

(Schausberger e Croft, 2001). Investigações adicionais são necessárias para determinar (1) se a maior oviposição em heteroespecíficos resultou de mais nutrientes e/ou nutrientes qualitativamente superiores ou menor investimento de energia na manipulação de presas e (2) se *A. largoensis* possui a habilidade de distinguir ovos relacionados e não relacionados e essa habilidade pode também ser usada para evitar o canibalismo em formas relacionadas.

6 CONCLUSÃO

Os resultados aqui descritos sugerem que, semelhante a outros ácaros fitoseídeos, *A. largoensis* emprega o canibalismo como uma estratégia de sobrevivência adaptativa quando a presa heteroespecífica é ausente ou escassa. No entanto, a persistência de *A. largoensis* e seu papel no controle biológico de *R. indica* provavelmente dependerá da intensidade do canibalismo e das interações com outros predadores (por exemplo, *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) ou *Neoseiulus recifensis* Gondim Jr e Moraes (Acari: Phytoseiidae), ácaros fitoseídeos frequentemente encontrados em folhas de coco (Gondim e Moraes 2001; Lawson-Balagbo et al. 2008; Melo et al. 2009a, 2009b, 2015)). Ambos os fatores serão afetados pela disponibilidade de fontes alimentares, como ácaros fitófagos, pólen e exsudatos de coco, bem como o grau de sobreposição espacial e temporal na distribuição de fitoseídeos em coqueiros e em plantios de coqueiros

REFERÊNCIAS

- Abdallah AA, Zhang ZQ, Masters GJ, 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.
- Ambily P, Mathew TB. 2003. Influence of arrangement of tepals bracts in coconut buttons on population of *Aceria guerreronis*. *Insect Environment* 9:172–173.
- Aratchige NS, Sabelis MW, Lesna I. 2007. Plant structural changes due to herbivory: do changes in *Aceria*-infested coconut fruits allow predatory mites to move under the perianth? *Experimental and Applied Acarology* 43:97–107.
- Bowman HM 2010. Molecular discrimination of phytoseiids associated with the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) from Mauritius and South Florida [MSc Thesis]. [Gainesville (FL)]: University of Florida, p. 136.
- Broufas GD, Koveos DS. 2000. Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology* 29:743–749.
- Buitenhuis R, Shipp L, Scott-Dupree C. 2010. Intra-guild vs extraguild prey: effect on predator fitness and preference of *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) and *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae). *Bulletin of Entomological Research* 100:167–173.
- Buskirk, R.E., Frohlich, C. and Ross, K.G., 1984. The natural selection of sexual cannibalism. *The American Naturalist*, 123(5),612-625.
- Carrillo D, Howard FJ, Rodrigues JCV, Peña JE. 2012. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology* 57:347–360.
- Carrillo D, Navia D, Ferragut F, Peña JE. 2011. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. *Florida Entomologist* 94:370–371.
- Carrillo D, Peña JE. 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 JE, Hoy MA, Frank JH. 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 ACC, Sourassou NF, Moraes GJ. 2017. Potential predation of the exotic *Amblyseius swirskii* on *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae), a predatory mite commonly found in Brazil. *Biocontrol Science and Technology* 27:288–293.

- Croft BA, Blackwood JS, McMurtry JA. 2004. Classifying life-style types of phytoseiid mites: diagnostic traits. *Experimental and Applied Acarology* 33:247–260.
- Croft BA, Croft BM. 1993. Larval survival and feeding by immature *Metaseiulus occidentalis*, *Neoseiulus fallacis*, *Amblyseius andersoni* and *Typhlodromus pyri* on life stage groups of *Tetranychus urticae* Koch and phytoseiid larvae. *Experimental and Applied Acarology* 17:685–693.
- Croft BA, Kim SS, Kim DI. 1996. Intra- and interspecific predation on four life stage groups by adult females of *Metaseiulus occidentalis*, *Typhlodromus pyri*, *Neoseiulus fallacis* and *Amblyseius andersoni*. *Experimental and Applied Acarology* 20:435–444.
- Croft B.A., Luh H.K. and Schausberger P. 1999. Larval size relative to larval feeding, cannibalism on larvae, egg size or adult female size and larval-adult setae patterns among 13 phytoseiid mite species. *Experimental and Applied Acarology* 23: 599–610.
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC. 2016. Phytoseiidae database. [cited 2016 Nov 11]. Available from: <http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae/>
- Elgar MA, Crespi BJ. 1992. *Cannibalism: ecology and evolution among diverse taxa*. NY: Oxford University Press.
- Fernando LCP, Aratchige NS, Peiris TSG. 2003. Distribution patterns of coconut mite, *Aceria guerreronis*, and its predator *Neoseiulus aff. paspalivorus* in coconut palms. *Experimental and Applied Acarology* 31:71–78.
- FitzGerald, G.J., 1992. Filial cannibalism in fishes: why do parents eat their offspring?. *Trends in ecology & evolution*, 7(1), 7-10.
- Fox LR. 1975. Cannibalism in natural populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 6:87–106.
- Gallego CE, Aterrado ED, Batomalaque CG. 2003. Biology of the false spider mite, *Rarosiella cocosae* Rimando, infesting coconut palms in Camiguin, northern Mindanao (Philippines). *Philippines Entomology* 17:187–187.
- Gerson U, Weintraub PG. 2012. Mites (Acari) as a factor in greenhouse management. *Annual Review of Entomology* 57:229–247.
- Gnanvossou D, Hanna R, Yaninek JS, Toko M. 2005. Comparative life history traits of three neotropical phytoseiid mites maintained on plant-based diets. *Biological Control* 35:32–39.
- Gondim Jr MGC, Castro TMMG, Marsaro AL, Navia D, Melo JWS, Demite PR, de Moraes GJ. 2012. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? *Systematics and Biodiversity* 10:527–535.
- Gondim Jr MGC, Moraes GJ. 2001. Phytoseiid mites (Acari: phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. *Systematic and Applied Acarology* 6:65–94.
- Guzman C, Sahúm RM, Montserrat M. 2016. Intraguild predation between phytoseiid mite

species might not be so common. *Experimental and Applied Acarology* 68:441–453.

Hamilton WD. 1964a. The genetical evolution of social behaviour. II. *Journal of Theoretical Biology* 7:1–16.

Hamilton WD. 1964b. The genetical evolution of social behaviour. II. *Journal of Theoretical Biology* 7:17–52.

Hironori Y, Katsuhiko S. 1997. Cannibalism and interspecific predation in two predatory ladybirds in relation to prey abundance in the field. *Entomophaga* 42:153–163.

Howard FW, Abreu-Rodriguez E. 1991. Tightness of the perianth of coconuts in relation to infestation by coconut mites. *Florida Entomologist* 74:358–362.

Hurd LE, Eisenberg RM. 1990. Arthropod community responses to manipulation of a bitrophic predator guild. *Ecology* 71:2107–2114.

James DG. 1989. Influence of diet on development, survival and oviposition in an Australian phytoseiid, *Amblyseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 6:1–10.

Kreiter S, Tixier MS, Croft BA, 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.

Lawson-Balagbo LM, Gondim MGC, de Moraes GJ, Hanna R, Schausberger P. 2007. Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis*: fine scale distribution and association with other mites under the perianth. *Biological Control* 43:102–110.

Lawson-Balagbo LM, Gondim Jr MGC, de Moraes GJ, Hanna R, Schausberger P. 2008. Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. *Bulletin of Entomological Research* 98:83–96.

Lima DB, da Melo JWS, Gondim Jr MGC, de Moraes GJ. 2012. Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. *Experimental and Applied Acarology* 56:233–246.

Lucas E, Coderre D, Brodeur J. 1998. Intraguild predation among aphid predators: characterization and influence of extraguild prey density. *Ecology* 79:1084–1092.

Luh HK, Croft BA. 2001. Quantitative classification of life-style types in predaceous phytoseiid mites. *Experimental and Applied Acarology* 25:403–424.

MacRae IV, Croft BA. 1997. Intra- and interspecific predation by adult female *Metaseiulus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) when provisioned with varying densities and ratios of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and phytoseiid larvae. *Experimental and Applied Acarology* 21:235–245.

McMurtry JA, Croft BA. 1997. Life-styles of Phytoseiid mites and their roles in biological

control. *Annual Review of Entomology* 42:291–321.

McMurtry JA, de Moraes GJ, Famah Sourassou N. 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology* 18:297–320.

McMurtry JA, Rodrigues JG. 1987. Nutritional ecology of phytoseiid mites. In: Slanski F, Rodrigues JG, editors. *Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York: Wiley. p. 609–644.

Melo JWS, Domingos CA, Galvão AS, Gondim Jr MGC, de Moraes GJ. 2009b. Biologia do ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: phytoseiidae) em diferentes temperaturas. *Acta Scientiarum Agronomy* 31:391–396.

Melo JWS, Domingos CA, Gondim Jr MGC, De Moraes GJ. 2009a. Pode *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) preda *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro? *Neotropical Entomology* 38:139–143.

Melo JWS, Lima DB, Sabelis MW, Pallini A, Gondim Jr. MGC. 2014. Limits to ambulatory displacement of coconut mites in absence and presence of food-related cues. *Experimental and Applied Acarology* 62:449–461.

Melo JWS, Lima DB, Staudacher H, Silva FR, Gondim Jr MGC, Sabelis MW. 2015. Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. *Experimental and Applied Acarology* 67:411–421.

Montserrat M, Janssen A, Magalhães S, Sabelis MW. 2006. To be an intraguild predator or cannibal: is prey quality decisive? *Ecological Entomology* 31:430–436.

Moran MD, Rooney TP, Hurd LE. 1996. Top-down cascade from a bitrophic predator in an old-field community. *Ecology* 77:2219–2227.

Negloh K, Hanna R, Schausberger P. 2011. The coconut mite, *Aceria guerreronis*, in Benin and Tanzania: occurrence, damage and associated acarine fauna. *Experimental and Applied Acarology* 55:174–361.

Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW. 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non prey food sources. *Experimental and Applied Acarology* 31:15–26.

Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW. 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology* 25:271–291.

Peña JE, Rodrigues JCV, Roda A, Carrillo D, Osborne LS. 2009. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. *Integrated Control of Plant-Feeding Mites IOBC/Wprs Bulletin* 50:69–79.

Pfennig DW, Ho SG, Hoffman EA. 1998. Pathogen transmission as a selective force against cannibalism. *Animal Behavior* 55:1255–1261.

- Polis GA. 1981. The evolution and dynamics of intraspecific predation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12:225–251.
- Polis GA, Myers CA, Holt RD. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:297–330.
- Ramos M, Gonzales AI, Gonzales M. 2011. Management strategy of *Raoiella indica* Hirst in Cuba, based on biology, host plants, seasonal occurrence and use of acaricide. *Zoosymposia* 6:152–159.
- Reis AC, Gondim Jr MGC, De Moraes GJ, Hanna R, Schausberger P, Lawson-Balagbo LE, Barros R. 2008. Population dynamics of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) and associated predators on coconut fruits in northeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 37:457–462.
- Rickers S, Scheu S, 2005. Cannibalism in *Pardosa palustris* (Araneae, Lycosidae); effects of alternative prey, habitat structure, and density. *Basic and Applied Ecology* 6, 471-478.
- Roda A, Dowling A, Welbourn C, Peña JE, Rodrigues JCV, Hoy MA, Ochoa R, Duncan RA, De Chi W. 2008. Red palm mite situation in the Caribbean and Florida. *Proceedings of the Caribbean Food Crops Society* 44:80–87.
- Rosenheim JA, Kaya HK, Ehler LE, Marois JJ, Jaffee BA. 1995. Intraguild predation among biological control agents: theory and evidence. *Biological Control* 5:303–335.
- Sabelis MW, Bruin J. 1996. Evolutionary ecology: life history patterns, food plant choice and dispersal. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J, editors. *Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control*, Word Crop Pest Series. Amsterdam: Elsevier. p. 329–365.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT user's guide, version 8.02, TS level 2MO. Cary (NC): SAS Institute.
- Schausberger P. 1997. Inter- and intraspecific predation on immatures by adult females in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 21:131–150.
- Schausberger P. 1999. Predation preference in *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari, Phytoseiidae) when offered con- and heterospecific immature life stages. *Experimental and Applied Acarology* 23:389–398.
- Schausberger P. 2003. Cannibalism among phytoseiid mites—a review. *Experimental and Applied Acarology* 29:173–191.
- Schausberger P, Croft BA. 2001. Kin recognition and larval cannibalism by adult females in specialist predaceous mites. *Animal Behaviour* 61:459–464.
- Sih A, Crowley P, McPeck M, Petrancka J, Strohmeier K. 1985. Predation competition and prey communities: a review of field experiments. *Annual Review of Ecology and Systematics*

16:269–311.

Silva VF, França GV, Melo JWS, Guedes RNC, Gondim Junior MGC. 2017. Targeting hidden pests: acaricides against the coconut mite *Aceria guerreronis*. *Journal of Pest Science* 90:207–215.

Siriwardena PH, Fernando LCP, Peiris TSG. 2005. A new method to estimate the population size of coconut mite, *Aceria guerreronis*, on a coconut. *Experimental and Applied Acarology* 37:123–129.

Taylor B, Rahman PM, Murphy ST, Sudheendrakumar VV. 2011. Within-season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in south-west India. *Experimental and Applied Acarology* 57:331–345.

Van Rijn PCJ, Tanigoshi LK. 1999. The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. *Experimental and Applied Acarology* 23:281–296.

Vantornhout I, Minnaer HL, Tirry L, de Clercq P. 2005. Influence of diet on life table parameters of *Iphiseius degenerans*. *Experimental and Applied Acarology* 35:183–195.

Walzer A, Blumel S, Schausberger P. 2001. Population dynamics of interacting predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*, held on detached bean leaves. *Experimental and Applied Acarology* 25:731–743.

Yao DS, Chant DA. 1989. Population growth and predation interference between two species of predatory phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in interactive systems. *Oecologia* 80:443–455.

Zannou I, Hanna R, De Moraes JG, Kreiter S. 2005. Cannibalism and interspecific predation in a phytoseiid predator guild from cassava field in Africa: evidence from the laboratory. *Experimental and Applied Acarology* 37:27–42.

Zannou ID, Negloh K, Hanna R, Houadapode S, Sabelis MW. 2010. Mite diversity in coconut habitat in West and East Africa. In: XIII international congress of acarology, Recife, Brazil. Abstract book. p. 295

Zhang ZQ, Croft BA. 1995. Intraspecific competition in immature *Amblyseius fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 19:65–77.