

Felipe Santa Rosa do Amaral

Ecobiologia das espécies *Amblyseius aerialis* e *Amblyseius chiapensis*
(Acari: Phytoseiidae)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: FAPESP
Proc.2015 / 13866-1

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Lofego

São José do Rio Preto
2017

Amaral, Felipe Santa Rosa do.

Ecobiologia das espécies *Amblyseius aerialis* e *Amblyseius chiapensis* (Acari: Phytoseiidae) / Felipe Santa Rosa do Amaral. -- São José do Rio Preto, 2017

42 f.

Orientador: Antonio Carlos Lofego

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Biologia. 2. Acarologia 3. Ácaro – Controle biológico.
4. Comportamento alimentar. 5. Phytoseiidae 6. Amblyseius. I.
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 595.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Felipe Santa Rosa do Amaral

Ecobiologia das espécies *Amblyseius aerialis* e *Amblyseius chiapensis*
(Acari: Phytoseiidae)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: FAPESP
Proc.2015 / 13866-1

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Antonio Carlos Lofego
UNESP – São José do Rio Preto, SP
Orientador

Prof. Dr. Gilberto José de Moraes
USP – Piracicaba, SP

Prof. Dr. Manoel Guedes Correa Gondim Jr.
UFRPE – Recife, PE

São José do Rio Preto
09 de junho de 2017

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Aparecido Ignácio do Amaral Jr. e
Aparecida Santa Rosa, por todo carinho e pelo
apoio em todas minhas escolhas.*

*Aos meus avós maternos, Olga L. Santa Rosa e
Luis Santa Rosa (in memoriam), por me
passarem experiências e ensinamentos que
levarei para toda a vida.*

*Ao meu irmão, Anderson Righetto, por despertar em
mim a vontade de seguir a carreira acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Lofego, por estar disposto em ajudar a qualquer momento, pelas sábias decisões frente aos imprevistos e por ser o responsável por grande parte de meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A todos meus amigos, pelas dicas, conselhos e por me acompanharem não apenas nos momentos recreativos, mas também nos difíceis.

À Dr^a. Ana Cristina C. Cavalcante, pelos ensinamentos na criação e manutenção dos ácaros, pelas várias sugestões na elaboração deste trabalho e por me disciplinar (firmemente) quanto aos prazos.

Ao Prof. Dr. Peterson Rodrigues Demite, pelo suporte oferecido no período em que realizei o estágio na ESALQ e pelas sugestões de cunho taxonômico, essenciais para o desenvolvimento da dissertação.

Ao Prof. Dr. Gilberto José de Moraes, pelo estágio oferecido no Laboratório de Acarologia Agrícola (ESALQU/USP), onde adquiri muitas experiências, as quais foram importantes no desenvolvimento deste projeto. Agradeço também por fornecer ácaros para o estabelecimento de colônias.

A todos do Laboratório de Acarologia (Unesp, São José do Rio Preto), especialmente ao Mizael Ferreira, pela coleta de pólen e pela ajuda na manutenção das criações.

Ao matemático e amigo Eduardo Teixeira, pela dedicação do seu tempo em me ajudar na resolução das equações matemáticas da tabela de vida.

Ao meu avô, Luis Santa Rosa (*in momoriam*), e ao meu pai, Aparecido I. do Amaral Jr., por me ajudarem na procura de taboas para a coleta de pólen.

*a vida, perecível
pegadas deixadas, perenes
as escolhas, nossas*

FSRA

RESUMO

Phytoseiidae é uma família de ácaros considerados predadores, sendo alguns desses amplamente utilizados em programas de controle biológico em várias regiões do globo terrestre. No entanto, considerada a diversidade do grupo, pouco se sabe a respeito das características ecobiológicas das espécies. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo geral investigar os parâmetros biológicos de duas espécies: *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* DeLeon, através de dois experimentos. O primeiro, para observar a oviposição dessas espécies com diferentes alimentos, incluindo varias possíveis presas, e o segundo para avaliar todo ciclo biológico com o alimento mais favorável. No primeiro caso, o objetivo foi observar os alimentos utilizados, e se há ou não semelhanças no padrão das dietas desses dois fitoseídeos. No segundo, o objetivo foi determinar os parâmetros de desenvolvimento e reprodução das espécies, visando à possibilidade do seu uso como agente de controle biológico em relação à presa utilizada como alimento. Os testes de oviposição consistiram da avaliação da oviposição média em um período de seis dias. Os dados mostram um padrão de alimentação diferente para as duas espécies avaliadas, principalmente em relação aos prováveis alimentos preferenciais, uma vez que dois dos alimentos mais favoráveis à oviposição de *A. chiapensis* - *Tetranychus urticae* Koch e *Lorryia formosa* Cooreman- proporcionaram oviposições praticamente insignificantes para *A. aerialis*. Para avaliar parâmetros biológicos mais detalhados, cada espécie de fitoseídeo foi submetida a um ensaio biológico oferecendo como alimento a presa que propiciou melhor resultado no teste de oviposição. Nossos resultados revelam que tanto *A. aerialis* quanto *A. chiapensis* são predadores aptos a se desenvolver e reproduzir alimentando-se das presas *Raoiella indica* Hirst e *T. urticae*, respectivamente. Devido à ampla distribuição geográfica e frequência em que ambos os predadores são encontrados na natureza, sugerimos que possam ter um importante papel no controle natural dessas presas. Quanto ao controle biológico aplicado, *A. chiapensis* apresenta-se como um candidato em potencial a ser usado no manejo de *T. urticae*.

Palavras-chave: Phytoseiidae, *Amblyseius*, hábito alimentar, controle biológico.

ABSTRACT

Phytoseiidae is a family which includes mites considered predators, some of which are widely used in biological control programs around the world. However, considering the diversity of the group little is known about the biological features. Thus, this study aimed to investigate the biological parameters of two species: *Amblyseius aerialis* Muma and *Amblyseius chiapensis* Cooreman, through two experiments. The first to observe the oviposition of these species with different foods, including several probable prey, and a second to evaluate the whole biological cycle with the most favorable food. In the first case the objective was to observe the foods used, and whether or not there are similarities in the pattern of the diets of these two phytoseiids. In the second, the objective was to determine the development and reproduction parameters of the species, aiming their use as biological control agent in relation to prey used as food. The oviposition tests consisted of evaluation of oviposition in a period of six days. The results showed a different feeding pattern for the two species tested, especially in relation to the probable preferential foods, since two of the foods most favorable to oviposition of *A. chiapensis* - *Tetranychus urticae* Koch and *Lorryia formosa* Cooreman - provide almost negligible ovipositions for *A. aerialis*. To evaluate more detailed biological parameters, each species of phytoseiid was submitted to a biological test offering the prey that provided the best result in the oviposition test as food. Our results show that both *A. aerialis* and *A. chiapensis* are predators capable of developing and ovipositing feeding on prey *Raoiella indica* Hirst and *T. urticae*, respectively. Due to the wide geographical distribution and frequency in which both predators are found in nature, we suggest that they may play an important role in the natural control of these preys. About the applied biological control, *A. chiapensis* presents as a potential candidate to be used in the management of *T. urticae*.

Keywords: Phytoseiidae, *Amblyseius*, feeding habit, biological control.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Oviposição média diária por fêmeas (\pm erro padrão) dos fitoseídeos *A. aerialis* e *A. chiapensis* com diferentes alimentos, a 25 ± 1 °C, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Tabela 2 Fórmulas e descrições dos parâmetros utilizados na tabela de vida de coorte

Tabela 3 Parâmetros biológicos de *A. chiapensis* alimentado com *T. urticae* a 25 ± 1 °C e umidade relativa de $60 \pm 10\%$.

Tabela 4 Parâmetros biológicos de *A. aerialis* alimentado com *R. indica* a 25 ± 1 °C e umidade relativa de $60 \pm 10\%$

SUMÁRIO

1. Introdução geral.....	10
Referências	15
2. O que as taxas de oviposição de <i>Amblyseius aequalis</i> Muma e <i>Amblyseius chiapensis</i> DeLeon (Acari: Phytoseiidae) revelam sobre o padrão de dieta do gênero?.....	19
Resumo	19
Abstract.....	19
2.1 Introdução	20
2.2 Material e métodos.....	22
2.3 Resultados.....	24
2.4 Discussão	25
Referências	28
3. Ciclo biológico dos ácaros predadores <i>Amblyseius aequalis</i> Muma e <i>Amblyseius chiapensis</i> DeLeon (Acari: Phytoseiidae)	30
Resumo	30
Abstract.....	30
3.1 Introdução	31
3.2 Material e métodos.....	32
3.3 Resultados.....	34
3.4 Discussão	36
Referências	39

1 Introdução geral

Um aspecto notável em Acari é a diversidade nos hábitos alimentares, grupo que inclui espécies hematófagas, micófagas, saprófagas, predadoras e fitófagas (Gerson 2003, Krantz & Water 2009, Hoy 2011). Um considerável número de ácaros predadores e fitófagos está associado a plantas de diferentes espécies. Dentre os predadores plantícolas, a família Phytoseiidae (Mesostigmata) é a mais estudada, sendo muito comum em plantas e com muitas espécies consideradas como inimigos naturais de pragas nessas plantas, principalmente de ácaros fitófagos (Helle & Sabelis 1985). O hábito fitófago em ácaros se dá pelo consumo do conteúdo intracelular das células vegetais, o que, em casos de populações muito elevadas, pode proporcionar danos à planta hospedeira e até levar esta à morte (Jeppson et al. 1975). Atualmente, quatro famílias de ácaros fitófagos são de grande interesse para a agricultura: Eriophyidae, Tarsonemidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae (Moraes & Flechtmann 2008).

Ácaros da superfamília Eriophyoidea são considerados de ampla importância para a agricultura (Jeppson et al. 1975). A maior família dentro desse grupo é Eriophyidae, que contém espécies consideradas ameaças a diversas culturas por todo o mundo, provocando danos à planta hospedeira e podendo ser vetor de patógenos (Navia et al. 2010, Lindquist et al. 1996, Keifer et al. 1982). Dentro dessa família, o microácaro *Calacarus heveae* Feres é uma espécie preocupante para a cultura de seringueira, podendo reduzir a produção de látex em até 30%, segundo alguns produtores (Feres 2000). *Aceria guerreronis* Keifer é uma praga chave de coqueiros na América Central, América do Sul, Caribe e Oeste da África (Moore & Alexander 1987), podendo ser considerada a praga mais importante dessa cultura ao redor do mundo, desenvolvendo-se sob as brácteas e ocasionam queda dos frutos (Navia et al. 2013). Na cultura do tomate, o eriofídeo *Aculops lycopersici* Massee causa bronzeamento nas folhas, podendo ocasionar a morte da planta e, conseqüentemente, queda na produção de frutos (Keifer et al. 1982; Momen & Abdel-Khalek 2008).

Com uma ampla diversidade de hábitos alimentares, a família Tarsonemidae compreende algumas espécies de ácaros que se alimentam de algas, fungos e plantas (Lindquist 1986, Jeppson et al. 1975). Algumas das espécies fitófagas, como *Polyphagotarsonemus latus* Banks, são consideradas pragas em muitas culturas (Jeppson et al. 1975, Gerson et al. 2003). *P. latus*, conhecido como ácaro-branco, tem uma imensa gama de hospedeiros, podendo atacar plantas de cerca de 60 famílias diferentes, sendo várias de interesse agrícola (Gerson 1992). *Phytonemus pallidus* Banks, também conhecido como ácaro

do morango ou ácaro do cíclame, pode atacar várias espécies de plantas ornamentais, como begônia (Begoniaceae), cíclame (Myrsinaceae), gérbera (Asteraceae), violetas africanas (Gesneriaceae), e, principalmente o morango (Rosaceae), cultura na qual pode gerar grandes prejuízos (Alford 1972; Labanowska 2004; Himanen et al. 2005).

A família Tenuipalpidae é composta por ácaros comumente conhecidos como ácaros planos, compreendendo espécies exclusivamente fitófagas, de maior ocorrência em regiões tropicais e subtropicais (Jeppson et al. 1975, Mesa et al. 2009, Hoy 2011). Várias dessas espécies são consideradas vetores de vírus prejudiciais às plantas cultivadas (Rodrigues & Machado 2000; Childers & Derrick 2003; Kitajima et al. 2003). *Brevipalpus* pode ser considerado um dos gêneros com maior diversidade de espécies, e mais importantes dentre os tenuipalpeos, com algumas espécies de importância agrícola, incluindo *Brevipalpus californicus* Banks e *Brevipalpus obovatus* Donnadieu. (Childers et al. 2003, Beard et al. 2015). Dentre essas, também podemos destacar um grupo de espécies que tem sido citado na literatura como *Brevipalpus phoenicis* que inclui espécies como *Brevipalpus yothersi* Baker e *Brevipalpus papayensis* Baker, de grande relevância no Brasil, podendo transmitir o vírus da leprose do citrus (Rodrigues & Machado 2000, Beard et al. 2015) e o vírus da mancha-anular em cafeeiros (Chagas et al. 2003), doenças responsáveis por grandes perdas na produção dessas culturas. Além de citrus (*Citrus* spp., Rutaceae) e café (*Coffea* spp., Rubiaceae), esse grupo de espécies já mostrou ser problemas em outras culturas em várias regiões do mundo, como em goiaba (*Pisidium guajava* L., Mirtaceae) na Venezuela (Guerere & González 2000), marucujá (*Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae) e mamão (*Carica papaya* L., Caricaceae) no Hawaii (Haramoto 1969). Outro tenuipalpídeo, *Raoiella indica* Hirst, conhecido como ácaro-vermelho-das-palmeiras, vem causando preocupação para os produtores de coco (*Cocus nucifera* L., Arecaceae) e banana (*Musa* spp., Musaceae) (Flechtmann & Etienne 2004; Vásquez & Moraes 2012; Vásquez et al. 2015). Este ácaro é originário da Índia, mas vem sendo reportado em diversas partes do globo, inclusive na América do Sul (Vásquez & Moraes 2012). No Brasil, o ácaro vermelho-das-palmeiras tem sido registrado em vários estados: Roraima, Alagoas, Sergipe, Mato Grosso e São Paulo (Navia et al. 2011, Rodrigues & Antony 2011, EMBRAPA 2015, Oliveira et al. 2016). Além de *C. nucifera* e *Musa* spp., esse tenuipalpídeo pode ter diversas outras espécies como hospedeiro, principalmente das famílias Arecaceae, Musaceae, Heliconiaceae, Strelitziaceae, Pandanaceae, Cannaceae, Zingiberaceae (Carrillo et al. 2012a; Vásquez e Moraes 2012), inclusive algumas espécies de plantas nativas da Amazônia (Gómez-Moya et al. 2017), o que gera preocupação tanto para o

ambiente florestal quanto agrícola, considerando a possibilidade de não haver inimigos naturais para essa espécie introduzida.

Também chamados de “spider mites” devido ao hábito de produzir teia, a família Tetranychidae compreende espécies de ácaros fitófagos, das quais várias são pragas-chaves em plantas cultivadas (Jeppson et al. 1975, Hele & Sabelis 1985, Gerson et al. 2003). Cerca de 1300 espécies de tetraniquídeos podem ocorrer em mais de três mil espécies de plantas hospedeiras, sendo que mais de cem dessas podem ser de importância econômica (Hoy 2011, Migeon & Dorkeld 2017). Dentre essas espécies, destaca-se *Tetranychus urticae* Koch como uma das mais importantes (Grbic et al. 2011). Também conhecida como ácaro-rajado, essa espécie é cosmopolita e está presente nos cinco continentes, com mais de mil plantas hospedeiras registradas (Migeon & Dorkeld 2017), sendo muitas delas cultivadas por todo o mundo. Outras espécies de Tetranychidae que podem ser citadas como problema na agricultura é *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard em solanáceas, *Panonychus ulmi* Koch em maçã e *Mononychellus tanajoa* Bondar em mandioca (Jeppson et al. 1975, Moraes & Flechtmann 2008)

O uso de agrotóxicos é comum para o controle desses ácaros pragas. Entretanto, é sabido que alguns pesticidas podem acarretar problemas, tanto para ecologia local quanto para própria saúde humana (van der Werf 1996; Caldas & Souza 2000; Dores et al. 2001). Além disso, a eficácia desses produtos passa a ser comprometida a partir do instante em que indivíduos da população alvo resistem aos seus efeitos e passam a persistir e se reproduzir no ambiente, resultando em espécies consideradas resistentes (Roush & Tabashnik 1990). Estima-se que existam 10.000 espécies de artrópodes pragas, dentre essas, 553 espécies foram relatadas como tendo resistência a inseticidas (Whalon 2008). Essa resistência leva a uma corrida, em que cada vez mais novos princípios ativos devem ser descobertos. Comumente, com a dificuldade de controle muitos produtores são levados a usarem doses maiores de pesticidas, criando um ciclo muito prejudicial ao meio ambiente e saúde humana.

A sociedade, recentemente, tem exigido cada vez mais práticas eficientes e ecologicamente limpas para o controle de pragas. Uma forma de se obter estes objetivos é a implementação do manejo integrado de pragas que vem ganhando espaço entre os produtores. Neste contexto, o controle biológico assume papel fundamental, utilizando-se organismos considerados inimigos naturais no controle das espécies pragas. Atualmente, cerca de 230 espécies de inimigos naturais são comercialmente viáveis e muitas ainda estão sendo investigadas com este propósito (van Lenteren 2012).

O controle biológico de ácaros pragas é feito usualmente com ácaros predadores da família Phytoseiidae (Mesostigmata). Estes ácaros são considerados os inimigos naturais mais eficientes dos ácaros fitófagos, com inúmeros exemplos de sucesso. Para o controle de *A. guerreronis*, praga chave da cultura do coco, foi constatado que *Neoseiulus paspalivorus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) é um inimigo natural comumente associado a esse eriofiídeo (Lawson-Balagbo et al. 2007). Dados mostraram que a liberação conjunta dos fitoseídeos *Neoseiulus californicus* McGregor e *Neoseiulus cucumeris* Oudemans (Phytoseiidae) podem controlar populações de *Phytonemus pallidus* Banks (Acari: Tarsonemidae) e *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) no morango em casas de vegetação (Easterbrook et al. 2001). Estudos conduzidos por van Houten et al. (2007) indicam que *Amblyseius andersoni* Chant e *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) são aptos a controlar populações de *T. urticae* em laboratório. Alguns estudos relatam que *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae) possa ter um papel importante no controle de *Raoiella indica* Hist (Carrillo et al. 2010, 2012b; Carrillo e Peña 2012; Moraes et al. 2012). Devido principalmente ao interesse prático no controle de pragas, estudos vem sendo realizados para investigar informações ecobiológicas dos ácaros fitoseídeos.

Considerando os estilos de vida de Phytoseiidae, McMurtry e Croft (1997) sugeriram uma classificação desses ácaros baseados em seus hábitos alimentares. Resumidamente, os autores separam os fitoseídeos em quatro tipos: (I) predadores específicos de *Tetranychus* spp; (II) predadores pouco específicos, maioria favorecida por Tetranychidae; (III) predadores generalistas; (VI) predadores generalistas polenívoros. Mais recentemente, McMurtry et al. (2013) propuseram uma nova classificação dos estilos de vida dos fitoseídeos. Nessa nova proposta, os autores subdividiram o Tipo I de acordo com a especificidade do predador: I-a) predadores especialistas de *Tetranychus* (Tetranychidae); I-b) predadores especialistas de tetraniquídeos produtores de “ninho-de-teia”; I-c) predadores especialistas de Tydeoidea. O Tipo III foi subdividido de acordo com o habitat de cada espécie: III-a) predadores generalistas de folhas pubescentes; III-b) predadores generalistas de folhas glabras; III-c) predadores generalistas de regiões confinadas de plantas dicotiledôneas; III-d) predadores generalistas de regiões confinadas de plantas monocotiledôneas; III-e) predadores generalistas de solo. No entanto, é importante ressaltar que essa classificação dos fitoseídeos foi feita utilizando os dados presentes na literatura, que, proporcionalmente à diversidade do grupo, ainda representam uma fração muito pequena do que realmente ocorre na natureza (Lofego 2015).

Cerca de 2.450 espécies incluídas em 84 gêneros de Phytoseiidae foram descritas até o momento, sendo o Brasil o país com o quarto maior número de espécies de fitoseídeos registradas em todo mundo, com cerca de 220 espécies válidas (Demite et al. 2014, 2017). A falta de estudos sobre os aspectos biológicos do grupo pode gerar problemas quando se tenta analisar a função de muitas dessas espécies no ambiente, e ao mesmo tempo, deixa escondidas espécies que podem ter papel importante como inimigos naturais de pragas agrícolas. O gênero *Amblyseius* é um exemplo disso; das 47 espécies deste gênero nativas do Brasil, apenas sete possuem algum tipo de estudo biológico. Reis et al. (2007) avaliaram o potencial de predação de *Amblyseius compositus* Denmark & Muma para possível uso como agente de controle biológico de *B. phoenicis*. Lofego & Moraes (2005) avaliaram a taxa de oviposição de *Amblyseius neochiapensis* Lofego, Moraes & McMurtry e *Amblyseius acalyphus* Denmark & Muma com diferentes tipos de alimentos. Com base em parâmetros biológicos, Galvão et al (2007) e Melo et al. (2015) avaliaram se *A. largoensis* utiliza *A. guerreronis* como fonte de alimento. Castillo & Noronha (2008) pesquisaram os aspectos biológicos de *Amblyseius aerialis* Muma em laboratório. Cavalcante et al. (2015) avaliaram o potencial predatório e de oviposição de *Amblyseius herbicolus* Chant, *A. largoensis* e *Amblyseius tamatavensis* Blommers alimentados com mosca branca (*Bemisia tabaci* Gennadius). Em outros países, algumas espécies de *Amblyseius* são usadas em programas de controle biológico no controle de ácaros fitófagos (*A. largoensis*, *A. andersoni* e *A. swirskii*) (van Lenteren 2012), evidenciando o potencial do gênero para esse fim.

Informações a respeito de características ecobiológicas das espécies predadoras são extremamente necessárias para se entender o papel dessas no ambiente, avaliar a viabilidade de uso em programas de controle biológico, e podem ainda ser importantes para determinar o uso de alimentos alternativos na criação dos inimigos naturais em larga escala. Dessa maneira, o presente trabalho visou investigar a dieta e o ciclo biológico de duas espécies do gênero *Amblyseius* muito comuns na região neotropical, com pouco ou nenhum estudo biológico: *A. aerialis* Muma, com um único estudo em laboratório sobre sua dieta (Castillo & Noronha 2008); e *Amblyseius chiapensis* DeLeon, sem nenhuma informação biológica registrada na literatura a respeito de sua biologia.

Referências

- Alford D (1972) The effect of *Tarsonemus fragariae* Zimmermann (Acarina : Tarsonemidae) on strawberry yields. *Ann appl Biol* 70:13–18.
- Beard JJ, Ochoa R, Braswell WE, Bauchan GR (2015) *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae)—a closer look. *Zootaxa* 3944:1-64. doi: 10.11646/zootaxa.3944.1.1
- Caldas ED, Souza LCKR (2000) Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. *J Public Health (Bangkok)* 34:529–537. doi: 10.1590/S0034-89102000000500014
- Carrillo D, Amalin D, Hosein F, et al (2012a) Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Exp Appl Acarol* 57:271–289. doi: 10.1007/s10493-011-9487-8
- Carrillo D, Howard Frank J, Rodrigues JCV, Peña JE (2012b) A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol* 57:347–360. doi: 10.1007/s10493-011-9499-4
- Carrillo D, Navia D, Ferragut F, Peña JE (2011) First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. *Florida Entomol* 94:370–371. doi: 10.1653/024.094.0241
- Carrillo D, Peña JE (2012) Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol* 57:361–372. doi: 10.1007/s10493-011-9488-7
- 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. *Exp Appl Acarol* 52:119–129. doi: 10.1007/s10493-010-9360-1
- Castillo AB, Noronha ACS (2008) Artículo Científico Estudio de los aspectos fundamentales de la biología de *Amblyseius aerialis* (Muma) (Acari : Phytoseiidae) en condiciones de laboratorio. *CitriFrut* 25:45–52.
- Cavalcante ACC, Santos VLV, Rossi LC, Moraes GJ (2015) Potential of five brazilian populations of phytoseiidae (Acari) for the biological control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). *J Econ Entomol* 108:29–33. doi: 10.1093/jee/tou003
- Chagas CM, Kitajima EW, Rodrigues JCV (2003) Coffee ringspot virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) in coffee. *Exp Appl Acarol* 30:203–213.
- Childers CC, Derrick KS (2003) *Brevipalpus* mites as vectors of unassigned rhabdoviruses in various crops. *Exp Appl Acarol* 30:1–3. doi: 10.1023/B:APPA.0000006542.96404.63
- Childers CC, French JV, Rodrigues JCV (2003) *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis*, and *B. lewisi* (Acari: Tenuipalpidae): A review of their biology, feeding injury and economic importance. *Exp Appl Acarol* 30:5–28. doi: 10.1023/B:APPA.0000006543.34042.b4
- Demite PR, McMurtry JA, Moraes GJ (2014) Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa* 3795:571–7.
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC (2017) Phytoseiidae database. www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae. Accessed May 2017.
- Dores EFGC, De-Lamonica-Freire EM (2001) Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso - Análise preliminar. *Quim Nov* 24:27–36.
- Easterbrook MA, Fitzgerald JD, Solomon MG (2001) Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 25:25–36.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2015). Fique atento ao ácaro-vermelho-das-palmeiras. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/noticia/8356528/fique-atento-ao-acaro-vermelho-das-palmeiras>. Accessed 25 May 2017
- Feres RJF (2000) Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. *Rev Bras Zool* 17:157–173. doi: 10.1590/S0101-81752000000100011
- Flechtmann CHW, Etienne J (2004) The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). *Syst Appl Acarol* 9:109–110.
- Galvão AS, Gondim MGC, Moraes GJ, Oliveira J V. (2007) Biologia de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari : Phytoseiidae), um Potencial Predador de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari : Eriophyidae) em Coqueiro. *Neotrop Entomol* 36:465–470.
- Gerson U (1992) Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Exp Appl Acarol* 13:163–178. doi: 10.1007/BF01194934
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R (2003) Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Gómez-Moya CA, Lima TPS, Morais EGF, et al (2017) Hosts of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) native to the brazilian Amazon. *J Agric Sci* 9:86. doi: 10.5539/jas.v9n4p86
- Guerere P, González M (2000) Escalas cualitativas del daño hecho por el ácaro plano , *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae), a frutos del guayabo (*Psidium guajava* L .). *Rev fac Agron* 17:471– 481.
- Grbic, M., Van Leeuwen, T., Clark, R.M. et al. (2011) The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479, 487-492.
- Haramoto F H 1969. Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). *Hawaii Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 68
- Helle W, Sabelis MW (1985). Spider mites, their biology, natural enemies and control. *World Crop Pests*, Elsevier, Amsterdam
- Himanen S, Vuorinen T, Tuovinen T, Holopaine JK (2005) Effects of cyclamen mite (*Phytonemus pallidus*) and leaf beetle (*Galerucella tenella*) damage on volatile emission from strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) plants and orientation of predatory mites (*Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus*, and *Euseius finlandicus*). *J Agric Food Chem* 53:8624–8630. doi: 10.1021/jf050676j
- Hoy M (2011) Agricultural acarology: introduction to integrated mite management. CRC Press, Boca Raton. 430 pp
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW (1975) Mites injurious to economic plants. Berkeley, University of California Press. 614 pp.
- Keifer HHH, Baker EW, Kono T, et al (1982) An illustrated guide to plant abnormalities caused by eriophyid mites in North America. United States Department of Agriculture, Washington. 178 pp
- Kitajima EW, Chagas CM, Rodrigues JC V (2003) *Brevipalpus*-transmitted plant virus and virus-like diseases: Cytopathology and some recent cases. *Exp Appl Acarol* 30:135–160. doi: 10.1023/B:APPA.0000006546.55305.e3
- Labanowska BH (2004) Spread of the strawberry mite (*Phytonemus pallidus* ssp. *fragariae* Zimm.) on thirteen stawberry cultivars. *J Fruit Ornament Plant Res* 12:105–111.
- Lawson-Balagbo LM, Gondim MGC, Moraes GJ, et al (2007) Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for biological control of *Aceria guerreronis*. *Exp Appl Acarol* 43:49–61. doi: 10.1007/s10493-007-9101-2
- Lindquist EE (1986) The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a

- morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the heterostigmata. *Mem Entomol Soc Canada* 118:517. doi: 10.4039/entm118136fv
- Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J (eds) (1996) Eriophyoid mites—their biology, natural enemies and control, vol World Crop Pest Series vol 6. Elsevier, Amsterdam, p 790
- Lofego AC (2015) Famílias com múltiplos hábitos alimentares - Phytoseiidae e Tarsonemidae. In: Anais do V Simpósio Brasileiro de Acarologia - palestras, São José do Rio Preto, SP, Brasil. Em CD.
- Lofego AC, Moraes GJ (2005) Taxa de oviposição dos predadores *Amblyseius acalyphus* E *Amblyseius neochiapensis* (Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimento. *Rev Arq do Inst Biológico* 72:379–382.
- McMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu Rev Entomol* 42:291–321. doi: 10.1146/annurev.ento.42.1.291
- McMurtry JA, Moraes GJ, Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Sist Appl Acarol* 18:297–320. doi: 10.11158/saa.18.4.1
- Melo JWS, Lima DB, Staudacher H et al. (2015) Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. *Exp Appl Acarol* 67:411–421 doi: 10.1007/s10493-015-9963-7
- Mesa NC, Ochoa R, Welbourn WC, et al (2009) A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the World with a key to genera. Magnolia Press, Auckland, New Zealand
- Migeon A, Dorkeld F (2017) Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Accessed May 2017
- Momen FM, Abdel-Khalek A (2008) Effect of the tomato rust mite *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) on the development and reproduction of three predatory phytoseiid mites. *Int J Trop Insect Sci* 28:53. doi: 10.1017/S1742758408942594
- Moore D, Alexander L (1987) Aspects of migration and colonization of the coconut palm by the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* (Keifer) (Acari: Eriophyidae). *Bull Entomol Res* 77:641–650. doi: 10.1017/S0007485300012153
- Moraes GJ, Barbosa MFC, Castro TMMG (2013) Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. *Zootaxa* 3700:301–347.
- Moraes GJ, Castro TMMG, Kreiter S, et al (2012) Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in Réunion Island (Indian Ocean). *Acarologia* 52:129–134. doi: 10.1051/acarologia/20122043
- Moraes GJ de, Flechtmann CHW (2008) Manual de Acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Holos editor, Ribeirão Preto. 109–206 pp.
- Navia D, Gondim MGC, Aratchige NS, Moraes GJ (2013) A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. *Exp Appl Acarol* 59:67–94. doi: 10.1007/s10493-012-9634-x
- Navia D, Marsaro AL, Silva FR, et al (2011) First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. *Neotrop Entomol* 40:409–11. doi: 10.1590/S1519-566X2011000300018
- Navia D, Ochoa R, Welbourn C, Ferragut F (2010) Adventive eriophyoid mites: A global review of their impact, pathways, prevention and challenges. *Eriophyoid Mites Prog Progn* 51:225–255. doi: 10.1007/978-90-481-9562-6_12
- Oliveira DC, Prado EP, Moraes GJ, et al (2016) First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in southeastern Brazil. *Florida Entomol* 94:370–371. doi: 10.1653/024.094.0241
- Reis PR, Teodoro AV, Neto MP (2007) História de vida de *Amblyseius compositus* Denmark & Muma predando *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae,

- Tenuipalpidae). *Coffee Sci* 2:150–158.
- Rodrigues JC V., Antony LMK (2011) First report of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) in Southern Brazil. *Neotrop Entomol* 94:1073–1074. doi: 10.1007/s13744-016-0468-9
- Rodrigues JV, Machado MA (2000) Virus-*Brevipalpus*-plant relationships on citrus leprosis pathosystems. *Proc Int Soc* 768–770.
- Roush RT, Tabashnik BE (1990) Pesticide resistance in arthropods. Chapman and Hall, New York.
- van der Werf HMG (1996) Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agric Ecosyst Environ* 60:81–96. doi: 10.1016/S0167-8809(96)01096-1
- van Houten YM, Hoogerbrugge H, Bolckmans KJF (2007) Spider mite control by four phytoseiid species with different degrees of polyphagy. *IOBC wprs Bull* 30: 123..
- van Lenteren JC (2012) The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57:1–20. doi: 10.1007/s10526-011-9395-1
- Vásquez C, Colmenárez Y, Moraes GJ (2015) Life cycle of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on ornamental plants, mostly Arecaceae. *Exp Appl Acarol* 65:227–35. doi: 10.1007/s10493-014-9858-z
- Vásquez C, Moraes GJ (2012) Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. *Exp Appl Acarol* 60:73–82. doi: 10.1007/s10493-012-9623-0
- Whalon ME, Mota-Sanchez D, Hollingworth, RM (2008) Global pesticide resistance in arthropods. CABI Wallingford, UK.

1 O que as taxas de oviposição de *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) revelam sobre o padrão de dieta do gênero?

Resumo

Amblyseius é um gênero de grande interesse dentro da família Phytoseiidae devido à sua grande diversidade e papel como inimigo natural de vários organismos. No entanto, pouco se sabe a respeito de hábitos alimentares para a grande maioria das espécies. O presente estudo investigou a taxa de oviposição de *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* DeLeon na presença de diferentes tipos de alimento. Nossos resultados mostram um padrão de alimentação diferente para as duas espécies avaliadas, uma vez que dois dos alimentos mais favoráveis à oviposição de *A. chiapensis* - *Tetranychus urticae* Koch e *Lorryia formosa* Cooreman - proporcionaram oviposições praticamente insignificantes para *A. aerialis*. Esse estudo ressalta a necessidade de esforços em investigações de dieta para cada espécie desse gênero, a fim evitar extrapolações a respeito do hábito alimentar em *Amblyseius*.

Palavras-chave: *Amblyseius*, oviposição, hábito alimentar.

Abstract

Amblyseius is a genus of great interest within the family Phytoseiidae due to the great diversity and the role of natural enemy for various species. However, little is known about feeding habit for the vast majority of the species of this family. The present study aimed to investigate the oviposition rate of the phytoseiids *Amblyseius aerialis* Muma and *Amblyseius chiapensis* DeLeon in the presence of different types of food. Our results show a different feeding pattern for the two species evaluated, since two of the foods most favorable to oviposition of *A. chiapensis* - *Tetranychus urticae* Koch and *Lorryia formosa* Cooreman - provided almost insignificant ovipositions for *A. aerialis*. This highlights the need for efforts in diet investigations for each species of this genus in order to avoid ungrounded extrapolations about the food habit in *Amblyseius*. This study highlights the need for efforts in diet investigations for each species of this genus in order to avoid extrapolations about the feeding habit in *Amblyseius*.

Keywords: *Amblyseius*, oviposition, feeding habit.

1.1 Introdução

A família Phytoseiidae compreende um grupo de ácaros plantícolas com hábito predatório, algumas das quais são utilizadas em programas de controle biológico em diversas regiões do mundo (McMurtry & Croft 1997; Gerson et al. 2003, Hoy 2011, McMurtry et al. 2013). Um grande número de espécies evidencia a diversidade dessa família, com 2.479 espécies descritas e inclusas em 84 gêneros (Demite et al. 2017), contudo, para a maioria das espécies pouco se conhece sobre os aspectos biológicos, tais como ciclo de desenvolvimento, reprodução e hábitos alimentares.

Quanto à alimentação, as espécies podem ser agrupadas, grosso modo, em generalistas ou especialistas. Generalistas tendem a ter uma diversa gama de alimentos em sua dieta podendo ter preferências entre estes, enquanto que os especialistas possuem uma gama restrita ou apenas um alimento em sua dieta (Begon et al. 2006). De acordo com McMurtry (1992), vários fitoseídeos podem ser classificados como generalistas, sendo que grande parte dessas espécies são pertencentes aos gêneros *Euseius* e *Amblyseius*. No entanto, algumas espécies podem ser consideradas consumidoras especialistas de tetraniquídeos, como por exemplo, do ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Schausberger & Croft 2000).

Os fitoseídeos podem nutrir-se de ácaros fitófagos (e.g. Tetranychidae, Eriophyioideae, Tenuipalpidae e Tarsonemidae), pequenos insetos (e.g. *Scirtothrips dorsalis* Hood, Thripidae; e *Bemisia tabaci* Gennadius, Aleyrodidae), nematoides, fungos e até mesmo de itens de origem vegetal como pólen e exsudatos açucarados (Gerson et al. 2003; Nomikou et al. 2003; Arthurs et al. 2009; Hoy 2011). Diante dessa diversidade de alimentos consumidos pelos fitoseídeos, um trabalho de revisão categorizando esses ácaros foi feito por McMurtry & Croft (1997), que sugeriram uma classificação baseada nos hábitos alimentares de Phytoseiidae. Mais recentemente, McMurtry et al. (2013) revisaram a classificação proposta por McMurtry & Croft (1997) levando em conta novas informações referentes a aspectos comportamentais e biológicos destes ácaros. Nessa revisão, os fitoseídeos foram agrupados nos seguintes tipos: I) predadores especialistas: I-a) de *Tetranychus* (Tetranychidae), I-b) de ácaros produtores de ninho-de-teia (Tetranychidae), I-c) de Tydeoidea; (II) predadores pouco específicos, maioria favorecida por Tetranychidae; (III) predadores generalista: III-a) de folhas com grande quantidade de tricomas, III-b) de folhas glabras, III-c) de regiões confinadas de dicotiledôneas, III-d) de regiões confinadas de monocotiledôneas, III-e) de solo; e (VI) predadores generalistas polenívoros. No entanto, as informações sobre o hábito alimentar dessa família ainda são poucas frente à diversidade do grupo. Para a grande maioria das

espécies atualmente conhecidas não há nenhum trabalho sobre seus hábitos alimentares (Lofego 2015), porém, esse tipo de estudo tem se tornado cada vez mais importante devido, principalmente, ao papel dos fitoseídeos como inimigos naturais. Informações a respeito da dieta das espécies predadoras são extremamente necessárias para se entender seu papel no ambiente, bem como para reconhecimento de espécies com potencial para serem utilizadas em programas de controle biológico.

Amblyseius é um gênero de grande interesse dentro da família Phytoseiidae. Este é um dos gêneros mais diversos da família com 364 espécies válidas em todo mundo (Demite et al. 2017). Conforme McMurtry et al. (2013), alguns fitoseídeos pertencentes ao gênero *Amblyseius* estão classificados como Tipo III-b (generalistas associados a folhas glabras) e outros são classificados como do Tipo-III-c (generalistas associados a espaços confinados de plantas dicotiledôneas, e.g. domáceas). No entanto, apenas quatro espécies são citadas no estudo: *Amblyseius andersoni* Chant, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Amblyseius eharai* Amitai & Swirski e *Amblyseius herbicolus* Chant. Este cenário evidencia as lacunas no conhecimento a respeito dos hábitos alimentares destes predadores.

Das 47 espécies de *Amblyseius* registradas no Brasil, só existem estudos biológicos com populações nativas para sete destas: *Amblyseius acalyphus* Denmark & Muma, *Amblyseius aerialis* Muma, *Amblyseius compositus* Denmark & Muma, *A. herbicolus*, *Amblyseius largoensis* Muma, *Amblyseius neochiapensis* Lofego, Moraes & McMurtry e *Amblyseius tamatavensis* Blommers. Lofego & Moraes (2005) avaliaram a taxa de oviposição de *A. acalyphus* e *A. neochiapensis* com diferentes tipos de alimentos (*Brevipalpus phoenicis* Geijskes, Tenuipalpidae; *Olygonychus psidii* Flechtmann, Tetranychidae; *T. urticae*; e pólen de taboa - *Typha angustifolia* L., Typhaceae). Castillo & Noronha (2008) averiguaram aspectos de desenvolvimento, reprodução e comportamento de *A. aerialis* quando alimentado com *B. phoenicis*, pólen de mamona (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae) e de taboa. Outro trabalho avaliou dados de desenvolvimento e reprodução de *A. compositus* quando tratados com *B. phoenicis* (Reis et al. 2007a). Reis et al. (2007b) avaliaram parâmetros biológicos de *A. herbicolus* utilizando como presa *B. phoenicis*. Cavalcante et al. (2015) realizaram experimentos de avaliação e predação de *A. herbicolus*, *A. largoensis* e *A. tamatavensis* alimentados com pólen de taboa; ovos de mosca-branca *B. tabaci*, *T. urticae*; e *Aleuroglyphus ovatus* Tropeau (Acaridae).

Apesar da falta de estudos ecobiológicos, pesquisas têm revelado algumas espécies de *Amblyseius* como inimigos naturais de pragas agrícolas. De acordo com Carrillo & Peña (2012),

A. largoensis tem potencial no controle de *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae). Duso & Camporese (1991) sugeriram que *A. andersoni* tem um importante papel no controle de *Eotetranychus carpini* Oudemans (Tetranychidae) em vinhedos na Europa. *A. swirskii* atualmente é comercializado como agente de controle biológico para tripes (Thysanoptera: Thripidae) e mosca-branca (Hemiptera: Aleyrodidae) (Calvo et al. 2009, 2014; Arthurs et al. 2009). Cavalcante et al. (2015) constatou que *A. tamatavensis* é um candidato a ser usado no controle de mosca-branca. Tais exemplos evidenciam potencial do gênero como agentes de controle biológico, mesmo com poucos trabalhos realizados.

O estudo de aspectos biológicos é imprescindível para entender a função desses ácaros na natureza, ou descobrir novos agentes de controle biológico. Além disso, tais informações biológicas são importantes para evitar a pré-classificação de espécies em determinada guilda sem a observação experimental. Muitas vezes em trabalhos de natureza ecológica grupos inteiros são classificados em determinado hábito alimentar baseando apenas nos estudos de poucas espécies. Entretanto, pode não ser possível adotar generalizações em muitos grupos, principalmente naqueles onde são notados múltiplos padrões de dieta dentre suas espécies, como é o caso de Phytoseiidae (Lofego et al., 2015).

Muitas das espécies para as quais há pouca, ou mesmo não há informações sobre hábito alimentar, são comuns e facilmente encontradas em vários ambientes, como é o caso das espécies selecionadas para este estudo, *A. aerialis* e *Amblyseius chiapensis* DeLeon. A primeira conta com 40 registros em várias regiões do mundo sendo encontrado em três continentes e 15 países, e *A. chiapensis* é encontrado em boa parte do continente americano, contando com 24 registros desde o México até região Sul do Brasil (Demite et al. 2014; 2017).

Apesar dessa expressiva quantidade de registros para esses ácaros, temos pouco ou nenhum conhecimento sobre os aspectos biológicos dessas espécies. Para *A. aerialis*, somente um estudo foi feito em relação a sua dieta (Castillo & Noronha 2008), e para *A. chiapensis* não há nenhuma informação biológica registrada na literatura. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo investigar o hábito alimentar dessas duas espécies de *Amblyseius*.

1.2 Material e métodos

Obtenção dos fitoseídeos e alimentos testados

Exemplares de *A. aerialis* e *A. chiapensis* foram coletados em folhas de *Trichilia casaretti* C. Dc (Meliaceae) nos municípios de Rondonópolis, estado de Mato Grosso (fevereiro de 2015) e Icém, estado de São Paulo (abril de 2016), respectivamente. Os fitoseídeos foram mantidos unidades de criação de acordo com McMurtry & Scriven (1965), sendo alimentados com pólen de taboa, *Tyrophagus putrescentiae* Schrank (Acari: Acaridae) e *T. urticae*. As arenas de criação foram condicionadas em câmara incubadora a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Para abranger uma maior diversidade de alimentos, como presas foram utilizados estágios móveis de seis espécies de ácaros pertencentes a cinco famílias distintas além de um alimento de origem vegetal. Os alimentos testados foram: (a) *T. putrescentiae*, (b) *Calacarus heveae* Feres (Eriophyidae), (c) *B. phoenicis*, (d) *R. indica*, (e) *T. urticae*, (f) *Lorryia formosa* Cooreman (Tydeidae) e (g) pólen de taboa. Dentre os ácaros, *T. putrescentiae* é detritívoro e os demais fitófagos. Os exemplares de *T. putrescentiae* foram obtidos de colônias já estabelecidas em laboratório mantidas com ração canina triturada; exemplares de *C. heveae* foram coletados em seringueira (*Hevea brasiliensis* L., Euphorbiaceae) na Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, campus de São José do Rio Preto, estado de São Paulo (UNESP/IBILCE) e transferidos diretamente aos experimentos; exemplares de *B. phoenicis* e *R. indica* (Tenuipalpidae) foram obtidos de palmeira-fênix (*Phoenix roebelinii* O’Brien, Arecaceae), localizados na UNESP/IBILCE, sendo transferidos diretamente aos experimentos; os exemplares de *T. urticae* foram oriundos de colônias já estabelecidas em laboratório em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L., Fabaceae); exemplares de *L. formosa* foram coletados em monguba (*Pachira aquática* Aublet, Malvaceae), localizadas na UNESP/IBILCE e transferidos diretamente aos experimentos; e pólen de taboa (*Typha domingensis* Pers., Typhaceae) foi coletado em Ipiranga e Engenheiro Schmitt, estado de São Paulo. Após cada coleta, o pólen era armazenado em frasco e mantido em congelador por no máximo três meses, quando nova coleta era realizada.

Procedimento experimental

O trabalho constitui da realização de testes de oviposição com a utilização de unidades experimentais. Cada unidade consistiu em um disco (diâmetro = 3 cm) de substrato (folha da planta hospedeira) sobre uma espuma de náilon margeado por algodão hidrófilo mantida no interior de potes contendo água destilada, a qual serviu como barreira para reduzir a fuga dos

fitoseídeos e para ser consumida pelos mesmos. Os substratos utilizados em cada teste, no caso dos ácaros fitófagos, corresponderam às folhas de suas respectivas plantas hospedeiras, assim foi utilizado feijão-de-porco para *T. urticae*; seringueira para *C. heveae*; palmeira de saia (*Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl., Arecaceae) para *R. indica* e *B. phoenicis*; e monguba para *L. formosa*. Folha de goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) foi utilizada no experimento com pólen de taboa e para *T. putrescentiae*, utilizou-se discos de piso vinílico. No caso de folhas como substrato, a face abaxial ficou voltada para cima, exceto para seringueira o qual a face adaxial era voltada para cima, superfície onde *C. heveae* são encontrados na planta.

Por unidade, foram transferidas sete fêmeas adultas e aparentemente saudáveis oriundas das unidades de criação, após a adição do alimento conforme cada tratamento. Para cada tratamento foram feitas dez repetições, ou seja, 10 unidades experimentais com 7 fêmeas para cada alimento testado. Durante sete dias, as unidades foram observadas diariamente para a contagem das fêmeas e ovos postos, obtendo assim uma razão ovos/fêmea/dia. Todos os ovos foram retirados da unidade durante as observações. Para evitar a influência do tipo de alimento das unidades de criação na taxa de oviposição, o primeiro dia de observação foi descartado nas análises. O experimento foi conduzido sob 25 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Análise dos dados

A média para cada réplica foi calculada usando as razões de ovos/fêmea de cada dia. Para determinar diferenças significativas ou não entre os tratamentos para cada predador, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis ao nível de $p = 0.05$.

1.3 Resultados

As duas espécies de *Amblyseius* testadas apresentaram taxas de oviposição diferentes para a maioria dos alimentos oferecidos (Tabela 1), indicando padrões alimentares distintos. Enquanto que *A. aerialis* teve maior taxa de oviposição consumindo *R. indica* e pólen de taboa como alimento, *A. chiapensis* obteve maior taxa de oviposição consumindo *T. urticae* em relação aos demais alimentos ($p < 0,05$). As menores oviposicoes para *A. aerialis* foram obtidas usando *C.*

haveae e *T.urticae*, enquanto *A. chiapensis* teve as menores oposições tendo *B. phoenicis* e *C.haveae* como alimento.

Tabela 2. Oviposição média diária por fêmeas (\pm erro padrão) dos fitoseídeos *A. aerialis* e *A. chiapensis* com diferentes alimentos, a 25 ± 1 °C, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Alimento	Fitoseídeos	
	<i>A. aerialis</i>	<i>A. chiapensis</i>
Pólen de taboa	0,73 \pm 0,16a	0,39 \pm 0,19 ab
<i>T. putrescentiae</i>	0,33 \pm 0,09 ab	0,88 \pm 0,1 a
<i>C. heveae</i>	0,07 \pm 0,02 b	0,18 \pm 0,08 b
<i>B.phoenicis</i>	0,31 \pm 0,07 ab	0,21 \pm 0,07 b
<i>R. indica</i>	0,75 \pm 0,1 a	0,31 \pm 0,1 ab
<i>T. urticae</i>	0,09 \pm 0,03 b	1,59 \pm 0,08 c
<i>L. formosa</i>	0,12 \pm 0,03 b	0,85 \pm 0,23 a

Em uma mesma coluna, letras diferentes representam diferenças significativas entre as fontes de alimento para cada fitoseídeo (teste de Kruskal-Wallis, $p < 0.05$).

1.4 Discussão

Os dados sugerem um padrão de alimentação diferente para as duas espécies *Amblyseius* avaliadas, uma vez que dois dos alimentos mais favoráveis a oviposição de *A. chiapensis*, *T. urticae* e *L. formosa*, proporcionaram oviposições praticamente insignificantes para *A. aerialis*.

No entanto, desconsiderando as taxas de oviposição muito baixas, igual ou menores que 0,2 ovos/fêmea/dia, de maneira geral pode-se notar que dos sete alimentos testados para os fitoseídeos, ocorreu oviposição com o uso de quatro destes para *A. aerialis*, e seis destes para *A. chiapensis*. Isso está de acordo com a categorização de fitoseídeos baseada em seus hábitos alimentares feita por McMurtry et al. (2013), os quais sugerem que a maior parte de espécies de *Amblyseius* sejam Tipo III-b, generalistas de folhas glabras, podendo se alimentar de trips,

mosca-branca, exudatos, pólen e outros ácaros. Porém, nossos dados sugeriram que apesar de ambos os predadores avaliados poderem utilizar uma ampla gama de alimentos, as preferências alimentares destes podem ser diferentes. Esses resultados concordam com Begon et al. (2006), o qual infere de maneira geral, que espécies generalistas possam ter preferências dentro de sua gama de alimentos, e conforme sugerido por Lofego (2015) para o caso dos ácaros fitoseídeos especificamente.

É pertinente destacar ainda, que houve uma tentativa de estabelecer colônias de uma outra espécie de *Amblyseius* no laboratório, *Amblyseius ica* Lofego, Demite & Feres, até o momento registrada apenas em dois hospedeiros na localidade tipo, uma reserva de Mata Atlântica no município de Jundiaí, estado de São Paulo (Lofego et al. 2011). A partir de cinquenta exemplares, em média, coletados na localidade tipo, foi feita a tentativa de estabelecimento de colônia dessa espécie. No entanto, embora fossem usados os mesmos alimentos oferecidos às colônias de *A. aerialis* e *A. chiapensis*, a colônia de *A. ica* não se estabeleceu. Isso pode ter sido devido às condições ambientais (e.g. temperatura e umidade) ou pelo fato dessa espécie de *Amblyseius* ter um espectro alimentar bem peculiar e diferente de *A. aerialis* e *A. chiapensis*. Outro dado que reforça a variação do padrão alimentar em *Amblyseius* foi obtido por Cavalcante et al (2015), que registraram diferenças significativas nas taxas de oviposição e predação entre *A. herbicolus*, *A. largoensis* e *A. tamatavensis* quando alimentados com ovos de mosca branca, ovos de *T. urticae* e larvas/protoninfas de *A. ovatus*. Essas informações ressaltam a importância de averiguar os hábitos alimentares das espécies, e descobrir suas peculiaridades.

Embora nenhuma espécie de inseto tenha sido testada como presa em nosso estudo, é sabido que algumas espécies em *Amblyseius* podem se alimentar de alguns pequenos insetos e até mesmo serem usadas como controle destes. Taxas de predação e oviposição foram registradas para *A. herbicolus*, *A. largoensis* e *A. tamatavensis* tendo como alimento exclusivo ovos de mosca branca (Cavalcante et al. 2015). *Amblyseius swirkii* é considerado um predador eficaz dessa mesma praga (Arthurs et al. 2009, Bolckmans et al. 2005, Nomikou 2001). Van Houten et al. 2005 relataram *A. swirskii* e *A. andersoni* como predadores de tripes. Considerando esses relatos, a investigação de insetos (e. g. tripes e mosca branca) como presas para *A. aerialis* e *A. chiapensis* pode revelar uma gama ainda maior de alimentos aceitáveis por esses fitoseídeos.

Nossos resultados mostram diferenças entre a gama de alimentos aceitáveis por *A.*

aerialis e *A. chiapensis*. Se para essas duas espécies do gênero já foi notada diferenças na dieta, quantas peculiaridades não seriam reveladas para as outras, por volta de, 300 espécies de *Amblyseius* ainda sem estudos bioecológicos? Os dados do presente trabalho fundamentam a necessidade de maiores esforços em investigações de dieta para cada espécie desse gênero, a fim de entender melhor a função dessas espécies no ambiente, e reconhecer espécies com potencial para serem empregadas como agentes de controle biológico de pragas agrícolas.

Referências

- Arthurs S, McKenzie CL, Chen J, et al (2009) Evaluation of *Neoseiulus cucumeris* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) as biological control agents of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on pepper. *Biol Control* 49:91–96. doi: 10.1016/j.biocontrol.2009.01.002
- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2006) *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Malden, MA, USA
- Bolckmans K, van Houten Y, Hoogerbrugge H (2005) Biological control of whiteflies and western flower thrips in greenhouse sweet peppers with the phytoseiid predatory mite *Amblyseius swirskii* Athiashenriot (Acari: Phytoseiidae). In: *Second International Symposium on Biological Control of Arthropods*. pp 555–565
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE (2009) Development of a biological control-based Integrated Pest Management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. *Entomol Exp Appl* 133:9–18. doi: 10.1111/j.1570-7458.2009.00896.x
- Carrillo D, Peña JE (2012) Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol* 57:361–372. doi: 10.1007/s10493-011-9488-7
- Castillo AB, Noronha ACS (2008) Artículo Científico Estudio de los aspectos fundamentales de la biología de *Amblyseius aerialis* (Muma) (Acari : Phytoseiidae) en condiciones de laboratorio. *CitriFrut* 25:45–52.
- Cavalcante ACC, Santos VLV, Rossi LC, Moraes GJ (2015) Potential of Five Brazilian Populations of Phytoseiidae (Acari) for the Biological Control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). *J Econ Entomol* 108:29–33. doi: 10.1093/jee/tou003
- Demite PR, McMurtry JA, Moraes GJ (2014) Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa* 3795:571–7.
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC (2017) Phytoseiidae database. www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae. Accessed May 2017.
- Dores EFG de C, De-Lamonica-Freire EM (2001) Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso - Análise preliminar. *Quim Nov* 24:27–36.
- Duso C, Camporese P (1991) Developmental times and oviposition rates of predatory mites *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae) reared on different foods. *Exp Appl Acarol* 13:117–128. doi: 10.1007/BF01193662
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R (2003) *Mites (Acari) for pest control*. Blackell Science, Oxford, UK. 539 pp.
- Hoy M (2011) *Agricultural acarology: introduction to integrated mite management*. CRC Press, Boca Raton
- Lofego AC (2015) Famílias com múltiplos hábitos alimentares - Phytoseiidae e Tarsonemidae. In: *Anais do V Simpósio Brasileiro de Acarologia*, São José do Rio Preto, SP, Brasil. Em CD.
- Lofego AC, Demite PR, Feres RJF (2011) Two new species of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from the State of São Paulo, Brazil. *J Nat Hist* 45:2347–2354. doi: 10.1080/00222933.2011.596950
- Lofego AC, Moraes GJ (2005) Taxa de oviposição dos predadores *Amblyseius acalyphus* e *Amblyseius neochiapensis* (Acari: Phytoseiidae) com diferentes tipos de alimento. *Rev Arq do Inst Biológico* 72:379–382.
- McMurtry JA (1992) Dynamics and potential impact of “generalist” phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Exp Appl Acarol* 14:371–382. doi: 10.1007/BF01200574

- McMurtry JA, Croft BA (1997) Life-styles of Phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu Rev Entomol* 42:291–321. doi:10.1146/annurev.ento.42.1.291
- McMurtry JA, Moraes GJ, Sourassou NF (2013) Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari : Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst Appl Acarol* 18:297–320. doi: 10.11158/saa.18.4.1
- McMurtry JA, Scriven GT (1965) Insectary production of phytoseiid mites. *J Econ Entomol* 58:282–284
- Nomikou M, Janssen A, Sabelis M (2003) Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. *Exp Appl Acarol* 31:15–26. doi: 10.1023/B:APPA.0000005142.31959.e8
- Reis PR, Teodoro A V, Pedro Neto M, da Silva E a (2007b) Life history of *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. *Neotrop Entomol* 36:282–287. doi: 10.1590/S1519-566X2007000200016
- Reis PR, Teodoro AV, Neto MP (2007a) História de vida de *Amblyseius compositus* Denmark & Muma predando *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae, Tenuipalpidae). *Coffee Sci* 2:150–158.
- Schausberger P, Croft BA (2000) Nutritional benefits of intraguild predation and cannibalism among generalist and specialist phytoseiid mites. *Ecol Entomol* 25:473–480. doi: 10.1046/j.1365-2311.2000.00284.x
- van Houten Y, Østlie ML, Hoogerbrugge H, Bolckmans K (2005) Biological control of western flower thrips on sweet pepper using the predatory mites *Amblyseius cucumeris*, *Iphiseius degenerans*, *A. andersoni* and *A. swirskii*. *IOBC wprs Bull* 28: 283-286

2. Ciclo biológico dos ácaros predadores *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* DeLeon (Acari: Phytoseiidae)

Resumo

Dentre as espécies de ácaros que podem causar prejuízos para a agricultura, *Raoiella indica* Hirst e *Tetranychus urticae* Koch são de grande importância. Assim, o presente estudo teve o como objetivo determinar parâmetros biológicos das espécies de predadores neotropicais *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* DeLeon quando alimentadas exclusivamente com as presas *R. indica* e *T. urticae*, respectivamente. Por meio da observação do ciclo biológico dessas espécies, foi elaborada uma tabela de vida de coorte contendo informações mais detalhadas a respeito da biologia de cada fitoseídeo. Os resultados mostraram que as duas espécies de fitoseídeos foram capazes de completar seu ciclo biológico se alimentando exclusivamente das presas oferecidas, indicando que *A. aerialis* e *A. chiapensis* possam ter *R. indica* e *T. urticae* como presas, respectivamente. Além disso, os resultados revelam que *A. chiapensis* apresenta-se como um candidato em potencial a ser usado no manejo aplicado de *T. urticae*.

Palavras-chave: *Raoiella indica*, *Tetranychus urticae*, controle biológico

Abstract

Among the species of mites that can cause damage to agriculture, *Raoiella indica* Hirst and *Tetranychus urticae* Koch are of great importance. Thus, the aim of this study was to determine the biological parameters of Neotropical predator species *Amblyseius aerialis* Muma and *Amblyseius chiapensis* DeLeon when fed exclusively with the prey *R. indica* and *T. urticae*, respectively. Analyzing the biological cycle of these species, was made a cohort life table containing more detailed information about the biology of *A. aerialis* and *A. chiapensis*. The results showed that both phytoseiid species were able to complete their biological cycle by feeding exclusively on the prey offered, suggesting that *A. aerialis* and *A. chiapensis* may have *R. indica* and *T. urticae* as prey, respectively. Furthermore, the results show that *A. chiapensis* seems to be a potential candidate to be used in the applied management of *T. urticae*.

Keywords: *Raoiella indica*, *Tetranychus urticae*, biological control.

2.1 Introdução

O uso de ácaros predadores para o controle de ácaros fitófagos que são pragas agrícolas tem sido cada vez mais frequente. Esses ácaros ocorrem naturalmente em partes áreas de plantas, onde podem se alimentar de outros ácaros que são fitófagos e conseqüentemente exercer uma importante função no controle desses (Moraes 2002, Gerson et. al 2003). Assim, pensando na possibilidade de uso desses ácaros como agentes de controle biológico é fundamental o melhor conhecimento de parâmetros ecobiológicos desses predadores quando alimentados com suas presas.

Dentre os ácaros plantícolas fitófagos, alguns podem causar danos em diversas culturas, gerando prejuízo econômico aos produtores, entre estes destacam-se varias espécies das famílias Tenuipalpidae e Tetranychidae, duas das principais famílias de ácaros em importância econômica (Gerson et al. 2003, Moraes & Flechtmann 2008, Hoy 2011) .

A família Tenuipalpidae compreende espécies exclusivamente fitófagas, de maior ocorrência em regiões tropicais e sub-tropicais (Mesa et al. 2009, Hoy 2011). Vários tenuipalpeos são conhecidas como vetores de vírus, a exemplo de algumas espécies do gênero *Brevipalpus* (Rodrigues & Machado 2000; Childers & Derrick 2003; Kitajima et al. 2003). Um tenuipalpeo que vem causando preocupação recentemente é *Raoiella indica* Hirst.

Também conhecido como ácaro-vermelho-das-palmeiras, *R. indica* é encontrado em coqueiros (*Cocus nucifera* L., Arecaceae) e bananeiras (*Musa sp.*, Musaceae) causando danos severos nestas culturas (Flechtmann & Etienne 2004; Vásquez & Moraes 2013; Vásquez et al. 2015), podendo atacar diversas outras espécies hospedeiras (Carrillo et al. 2012a; Vásquez & Moraes 2013, Gómez-Moya et al. 2017). Este ácaro é originário da Índia, e vem sendo reportado em diversas partes do globo, inclusive no continente americano (Rodrigues et al. 2007; Roda et al. 2008; Navia et al. 2011; Kane et al. 2012). Na América do Sul tem sido registrado na Venezuela (Vásquez et al. 2008), na Colômbia (Carrillo et al. 2011) e em várias regiões do Brasil (Navia et al. 2011, Rodrigues & Antony 2011, Oliveira et al. 2016, EMBRAPA 2015). Os recentes registros deste tenuipalpeo exótico em novos territórios associado à ampla gama de hospedeiros desta espécie gera preocupação não apenas nos agroecossistemas, mas também em ambiente florestal. Como *R. indica* é uma espécie introduzida recentemente em varias regiões do mundo, é possível que em muitas dessas áreas não hajam inimigos naturais que sejam eficientes como reguladores naturais deste ácaro.

A família Tetranychidae também compreende espécies de ácaros fitófagos, das quais várias são pragas chaves em agroecossistemas (Jeppson et al. 1975). Também conhecidos como “spider mites”, ácaros dessa família podem produzir teias que, dentre outras funções, proporcionam proteção contra predadores (Sabelis 1985). O tetraniquídeo de maior importância para a agricultura é *Tetranychus urticae* Koch. Essa espécie é cosmopolita, e pode ter por volta de 1200 plantas hospedeiras, sendo que cerca de 150 dessas possui algum valor econômico (Migeon & Dorkeld 2011, Zhang 2003).

Para o controle de *R. indica* e *T. urticae*, alguns produtos químicos já foram testados (Lima et al. 2011, Rodrigues & Peña 2012, Assis et al. 2013, Herron et al. 1998, 2003; Ochiai et al. 2007). No entanto, muitas vezes este método de controle não é eficiente. Além disso, em vários casos não existem produtos químicos registrados para o controle dessas pragas, como por exemplo, para *R. indica* no Brasil.

A eficácia do controle biológico de ácaros com a utilização de ácaros predadores fitoseídeos (Phytoseiidae) tem sido demonstrada em diversos países (Amano & Chant 1977; van Houten et al. 2007; Carrillo et al. 2010; Calvo et al. 2014). Muitas espécies de fitoseídeos já são liberadas ao redor do mundo para o controle de *T. urticae* (Zhang 2003). Ainda não é conhecido um agente de controle biológico para *R. indica*, porém, esforços significativos estão sendo dedicados na busca de inimigos naturais para esse tenuipalpeo. Uma das espécies promissoras é o fitoseídeo *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae), a qual mostrou ter um papel importante como inimigo natural no controle populacional de *R. indica* (Carrillo et al. 2010, 2012b; Moraes et al. 2012).

Conforme dados apresentados no capítulo 02, investigando aspectos alimentares das espécies *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* DeLeon (Phytoseiidae) a partir de populações procedentes de áreas com vegetação natural no Brasil, observou-se uma melhor oviposição para estes predadores quando alimentados com as presas *R. indica* e *T. urticae*, respectivamente.

O presente estudo teve o como objetivo determinar parâmetros bioecológicos das espécies de predadores neotropicais *A. aerialis* e *A. chiapensis* quando alimentadas exclusivamente com as presas *R. indica* e *T. urticae*, respectivamente.

2.2 Material e métodos

Obtenção dos predadores e presas

Os predadores *A. aequalis* e *A. chiapensis* foram coletados em folhas de *Trichilia casaretti* C. Dc (Meliaceae) nos municípios de Rondonópolis, estado de Mato Grosso (fevereiro de 2015) e Icém, estado de São Paulo (abril de 2016), respectivamente. Os fitoseídeos foram mantidos em unidades de criação de acordo com McMurtry & Scriven (1965), sendo alimentados com pólen de taboa (*Typha domingensis* Pers., Typhaceae), *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae) e *T. urticae*. As unidades de criação foram condicionadas em câmara incubadora a 25 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas.

Espécimes da presa *R. indica* foram coletados em palmeira-fênix (*Phoenix roebillini* O'Brien, Arecaceae), presentes no IBILCE/Unesp campus São José do Rio Preto, estado de São Paulo e transferidos diretamente aos experimentos. Exemplares de *T. urticae* utilizados no experimento foram oriundos de colônias já estabelecidas em laboratório em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L., Fabaceae).

Procedimento experimental

O estudo da biologia dos fitoseídeos em laboratório foi feito utilizando unidades experimentais, cada uma consistindo de um pote acrílico (altura = 1,5 cm; diâmetro = 2,5 cm) com um fundo forrado de algodão úmido. Como substratos, sobre o algodão foi colocado um disco (diâmetro = 2 cm) de folha da planta hospedeira da presa, ou seja, palmeira de saia (*Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl., Arecaceae) para *A. aequalis*/*R. indica* e feijão-de-porco para *A. chiapensis*/*T. urticae*, com a face abaxial voltada para cima, onde os fitoseídeos puderam encontrar abrigo e local de oviposição. O disco foi margeado por algodão úmido, proporcionando maior durabilidade ao substrato e a borda do pote foi coberta por cola entomológica, a fim de evitar a fuga dos ácaros e impedir que outros organismos invadissem as unidades. Em cada unidade foram oferecidas presas *ad libitum* de todos os estágios móveis, havendo reposição diária do alimento. No tratamento com *T. urticae*, as teias produzidas por esses indivíduos foram mantidas nos discos.

Para cada unidade experimental foi transferida uma fêmea adulta da arena de criação. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas juntamente com ovos excedentes, a fim de manter apenas um ovo por unidade. Durante os estágios imaturos, cada unidade foi examinada três vezes ao dia (7h, 15h e 23h). Depois dos adultos emergidos, as unidades foram examinadas a cada 24 horas para a contagem e retirada dos ovos, quando presentes. Foram adicionados machos nas unidades que continham fêmeas, sendo estes repostos, se necessário, até que a

fêmea colocasse seu primeiro ovo, como garantia de que a fêmea foi devidamente fecundada. Foi determinado o período de desenvolvimento de cada estágio, bem como os períodos de pré-oviposição e oviposição e a oviposição diária. Os parâmetros da tabela de vida foram calculados de acordo com Birch (1948), Begon et al. (2006) e Ricklefs (2010) (Tabela 2). Cada unidade experimental foi considerada uma repetição, no total de cinquenta repetições por tratamento.

Tabela 2 Fórmulas e descrições dos parâmetros utilizados na tabela de vida de coorte

Parâmetro	Fórmula	Descrição
R_0	$R_0 = \sum l_x m_x$	Número médio de filhas produzidas por coorte de fêmeas durante toda a vida.
r_m	$r_m = \ln(R_0) / T$	Taxa máxima exponencial de aumento populacional dentro de condições físicas definidas.
λ	$\lambda = e^{r_m}$	Taxa de tamanho da população a cada etapa de tempo
T	$T = \sum x l_x m_x / R_0$	Média do intervalo entre o nascimento de uma geração e o nascimento da próxima.
DT	$DT = \ln(2) / r_m$	Tempo necessário para uma população dobrar em tamanho a partir de um ponto fixo no tempo.

2.3 Resultados

As duas espécies de fitoseídeos testadas completaram o seu desenvolvimento. A predação foi observada em todos os estágios móveis dos fitoseídeos, exceto nas larvas de ambos os predadores. As duas espécies geraram descendentes com os alimentos testados. Por meio de dados como períodos de pré-oviposição e de oviposição, longevidade e razão sexual, foi possível calcular parâmetros reprodutivos para *A. chiapensis* e *A. aeralis*.

Para *A. chiapensis* (Tabela 3) (n=22) o valor da taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 10 fêmeas/fêmea/geração, o período de uma geração (T) foi de 9,07 dias, o que levou a um valor de tempo de duplicação da população (DT) de 2,73 dias, a um $\lambda = 1,29$ e uma taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) de 0,254 fêmeas/fêmea/dia.

Tabela 3 Parâmetros biológicos de *A. chiapensis* alimentado com *T. urticae* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 10\%$.

Parâmetros de desenvolvimento	n	Média \pm EP
Ovo-adulto (dias)	45	$5,03 \pm 0,1$
Pré-oviposição (dias)	22	$1,64 \pm 0,15$
Oviposição (dias)	22	$11,86 \pm 0,87$
Pós-oviposição (dias)	22	$5,64 \pm 1,34$
Taxa de oviposição diária/fêmea	22	$0,95 \pm 0,07$
Fecundidade/fêmea	22	$17,23 \pm 1,31$
¹ Longevidade (dias)	22	$19,14 \pm 1,63$
Razão sexual ($\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$)	38	0,58

¹ A longevidade foi calculada apenas para as fêmeas

Para *A. aerialis* (Tabela 4) (n=23) o valor da taxa líquida de reprodução (R_0) foi de 3,2 fêmeas/fêmea/geração, o período de uma geração (T) foi de 14,64 dias, o que levou a um valor de tempo de duplicação da população (DT) de 8,65 dias, a um $\lambda = 1,08$ fêmeas/fêmea/dia, e a uma taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) de 0,08 fêmea/fêmea/dia.

Tabela 4 Parâmetros biológicos de *A. aerialis* alimentado com *R. indica* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 10\%$.

Parâmetros biológicos	n	Média \pm EP
Ovo-adulto (dias)	38	$6,6 \pm 0,132$
Pré-oviposição (dias)	19	$10,15 \pm 1,11$
Oviposição (dias)	19	$13,68 \pm 2,59$
Pós-oviposição (dias)	19	$17 \pm 4,35$
Taxa de oviposição diária/fêmea	19	$0,15 \pm 0,02$
Fecundidade/fêmea	19	$5,58 \pm 0,7$
¹ Longevidade (dias)	22	$41,13 \pm 4,38$
Razão sexual ($\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$)	38	0,59

¹ A longevidade foi calculada apenas para as fêmeas

2.4 Discussão

De acordo com Helle & Sabelis (1985), grande parte dos fitoseídeos aptos no controle de tetraniquídeos possuem valores de r_m que variam de 0,076 a 0,374. O valor de r_m encontrado para *A. chiapensis* se alimentando de *T. urticae* foi de 0,254 fêmeas/fêmea/dia, o que condiz com a gama de r_m mencionada. Vários fitoseídeos já foram relatados como tendo um papel importante no controle populacional do ácaro rajado, *T. urticae* (Fraulo & Liburd 2007; van Houten et al. 2007; Calvo et al. 2014). Um dos mais importantes inimigos naturais do ácaro rajado é *Neoseiulus californicus* McGregor. Escudero & Ferragut (2005) registraram uma taxa intrínseca de crescimento (r_m) de 0,283 fêmeas/fêmea/dia de *N. californicus* alimentado com *T. urticae*, valor semelhante ao obtido para *A. chiapensis*. Esses mesmos autores observaram que, tratado com *T. urticae*, *N. californicus* leva 6,45 dias para completar seu desenvolvimento, enquanto que *A. chiapensis* levou 5,03 dias, tratado com o mesmo alimento. Isso indica que a capacidade de crescimento populacional de *A. chiapensis* em laboratório, tendo *T. urticae* como presa, é semelhante à de *N. californicus*, espécie já comercializada para o controle de *T. urticae* em várias regiões do globo, inclusive no Brasil. Além disso, é importante salientar que as arenas de criação de *A. chiapensis* foram mantidas com *T. putrescentiae* e pólen de taboa, alimentos os quais facilitaríamos a criação massal.

Tratando-se de controle biológico de *T. urticae*, é necessário considerar a teia produzida por esse tetraniquídeo, já que o desempenho de alguns fitoseídeos pode ser afetado negativamente pela presença dessa estrutura (Gerson 1985). No nosso experimento, *A. chiapensis* foi apto a preda *T. urticae* mesmo com teias presentes, inclusive foram observados ovos dos fitoseídeos sobre as mesmas, o que reforça a relação entre esse fitoseídeo e a presa *T. urticae*.

Embora *A. aerialis* aceite *R. indica* como presa, o aumento populacional desse fitoseídeo foi notavelmente menor em relação a *A. largoensis* com o mesmo alimento, em estudos anteriores. Carrillo et al. (2010) registrou uma taxa líquida de aumento populacional (R_0) de 12,59 fêmeas/fêmea e uma taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) de 0,127 fêmeas/fêmea/dia, valores maiores do que observada em *A. aerialis* ($R_0 = 3,2$ fêmeas/fêmea, $r_m = 0,08$), ambos alimentados com *R. indica*. No entanto, a longevidade média de *A. aerialis*, observada em nosso estudo, foi quase o dobro em relação à de *A. largoensis* registrada por esse mesmo autor. É importante salientar que a população de *A. aerialis* utilizada na nossa pesquisa foi proveniente de Rondonópolis, região sem nenhum registro de *R. indica*, o que indica que o primeiro contato dessa população com o ácaro-vermelho-das-palmeiras foi feito

nesse trabalho. Oferecendo *R. indica* como presa, (Domingos et al. 2013) constatou que uma população de *A. largoensis* proveniente de Ilha de La Reunion (Oceano Indico) - associada com *R. indica* em 1997 (Quilici et al. 1997) - tem o consumo de presas maior que uma população de Roraima, onde o primeiro registro de *R. indica* ocorreu em 2011 (Navia et al. 2011). Isso nos leva a considerar a possibilidade de que populações de *A. aeralis* associadas há mais tempo com *R. indica* possam apresentar resultados mais satisfatórios para o controle dessa espécie, em relação a população do presente estudo.

Os parâmetros reprodutivos obtidos para *A. aeralis*, sugerem que essa espécie não seja adequada para o controle biológico aplicado de *R. indica*. Porém, é uma espécie que é capaz de predação e se reproduzir utilizando *R. indica* como alimento de maneira que, na perspectiva do controle biológico conservativo, pode apresentar um importante papel, considerando a sua ampla distribuição geográfica e a frequência com esse predador é encontrado na natureza, principalmente na região Neotropical, onde já foi registrado em mais de dez países. No Brasil, essa espécie já foi registrada em praticamente todo território (Demite et al. 2017), tendo registros em uma notória diversidade de hospedeiros, seja de plantas nativas ou cultivadas (Gondim & Moraes 2001, Buosi et al. 2006, Mineiro et al. 2009, Silva et al. 2010, Demite et al. 2011, Rezende & Lofego 2011, Lofego et al. 2013, Nuvoloni et al. 2014, Sousa et al. 2015, Souza et al. 2015). Em um estudo realizado por Cruz et al. (2015), constatou-se que, das amostras coletadas no estado do Amazonas, *A. aeralis* foi o fitoseídeo mais abundante em coqueiros, um dos principais hospedeiros de *R. indica*. Dessa maneira, a significativa presença desse predador em diversos ambientes e hospedeiros pode ser um fator de inibição ao maior desenvolvimento e dispersão das populações de *R. indica*.

A. chiapensis, assim como *A. aeralis*, parece ser uma espécie importante para o controle conservativo, tendo vista sua vasta distribuição geográfica. Há cerca de 50 registros desse fitoseídeo no mundo, sendo que, só no Brasil são 34 registros espalhados por todo o território (Demite et al. 2017). Além disso, esse fitoseídeo pode ter várias espécies nativas como hospedeiras, e em alguns casos em fragmentos próximos de lavouras (Lofego et al. 2004; Buosi et al. 2006; Moraes et al. 2013; Demite et al. 2011). Assim, a manutenção ou incremento de plantas hospedeiras de *A. chiapensis*, pode ser uma estratégia interessante para controlar populações de *T. urticae* naturalmente. O fato desse predador se alimentar também do ácaro *Lorryia formosa* Cooreman (Tydeidae) (Capítulo 2) – ácaro comumente encontrado na natureza - é uma característica importante, pois assim pode se manter no ambiente utilizando *L. formosa* como fonte de alimento, na ausência de *T. urticae*.

Em conclusão, nosso trabalho revelou que tanto *A. aequalis* quanto *A. chiapensis* são predadores aptos a se desenvolver e reproduzir se alimentando das presas *R. indica* e *T. urticae*, respectivamente. Devido à ampla distribuição geográfica e frequência com que ambos os predadores são encontrados na natureza, sugerimos que possam ter um importante papel no controle natural dessas presas. Em relação à possibilidade do uso em controle aplicado, a priori, avaliamos que a população de *A. aequalis* testada não apresentou resultados satisfatórios o suficiente para indicar seu uso nesse tipo de controle para de *R. indica*. Já em relação a *A. chiapensis*, considerando a semelhança dos parâmetros biológicos quando comparado com *N. californicus*, ambos alimentados com *T. urticae*, apresenta-se como um candidato em potencial a ser usado no manejo aplicado de *T. urticae*. Entretanto são necessárias avaliações de campo para se comprovar essas possibilidades.

Referências

- Amano H, Chant DA (1977) Life history and reproduction of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina: Phytoseiidae) are small mesostigmatid mites whose habits. *Can J Zool* 55:1978–1983.
- Assis CPO, Morais EGF, Gondim MGC (2013) Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 60:357–365. doi: 10.1007/s10493-012-9647-5
- Birch LC (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Br Ecol Soc* 17:15–26.
- Buosi R, Feres RJF, Oliveira AR, et al (2006) Ácaros Plantícolas (Acari) da “Estação Ecológica de Paulo de Faria”, Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica* 6:1–20
- Calvo FJ, Knapp M, van Houten YM, et al (2014) *Amblyseius swirskii*: What made this predatory mite such a successful biocontrol agent? *Exp Appl Acarol* 65:419–433. doi: 10.1007/s10493-014-9873-0
- Carrillo D, Amalin D, Hosein F, et al (2012a) Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Exp Appl Acarol* 57:271–289. doi: 10.1007/s10493-011-9487-8
- Carrillo D, Howard Frank J, Rodrigues JCV, Peña JE (2012b) A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol* 57:347–360. doi: 10.1007/s10493-011-9499-4
- Carrillo D, Navia D, Ferragut F, Peña JE (2011) First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. *Florida Entomol* 94:370–371. doi: 10.1653/024.094.0241
- 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. *Exp Appl Acarol* 52:119–129. doi: 10.1007/s10493-010-9360-1
- Childers CC, Derrick KS (2003) *Brevipalpus* mites as vectors of unassigned rhabdoviruses in various crops. *Exp Appl Acarol* 30:1–3. doi: 10.1023/B:APPA.0000006542.96404.63
- Cruz WP, Krug C, Vasconcelos GJN, Moraes GJ (2015) Diversity of mites associated with *Raoiella indica* (Acari: Prostigmata) on coconut palms in the central region of the Brazilian Amazonia, with emphasis on the predaceous Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). *Syst Appl Acarol* 20:875–886
- Demite PR, Lofego AC, Feres RJF (2011) Phytoseiidae (Acari) in forest fragments in the state of São Paulo, Brazil. *Zootaxa* p. 56:31–56
- Demite PR, Moraes GJ, McMurtry JA, Denmark HA, Castilho RC (2017) Phytoseiidae database. www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae. Accessed May 2017.
- Demite, Feres R, Lofego A (2015) Influence of agricultural environment on the plant mite community in forest fragments. *Braz J Biol* 75:396–404. doi: 10.1590/1519-6984.14913
- Domingos CA, Oliveira LO, Morais EGF, et al (2013) Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol* 60:83–93. doi: 10.1007/s10493-012-9625-y
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2015). Fique atento ao ácaro-vermelho-das-palmeiras. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/noticia/8356528/fique-atento-ao-acaro-vermelho-das-palmeiras>. Accessed 25 May 2017
- Escudero LA, Farragut F (2005) Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mites species as prey, with

- special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). Biol Control 32:378–384
- Feres RJF, Lofego AC, Oliveira AR (2005) Ácaros plântícolos (Acari) da "Estação Ecológica do Noroeste Paulista", Estado de São Paulo, Brasil. 5:1–14.
- Flechtmann CHW, Etienne J (2004) The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). Syst Appl Acarol 9:109–110.
- Fraulo AB, Liburd OE (2007) Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. Exp Appl Acarol 43:109–119. doi: 10.1007/s10493-007-9109-7
- Gerson U (1985) Webbing. In: Spider mites: their biology, natural enemies and control. Helle W, Sabelis MW(eds) Elsevier, Amsterdam, pp 223–232
- Gerson U, Smiley RL, Ochoa R (2003) Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Gondim MGC, Moraes GJ (2001) Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. Syst. Appl. Acarol. 6:65-94.
- Helle W, Sabelis MW (1985). Spider mites, their biology, natural enemies and control. World Crop Pests, Elsevier, Amsterdam
- Herron GA, Beattie GAC, Kallianpur A, Barchia I (1998) A Potter spray tower bioassay of two petroleum spray oils against adult female *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Exp Appl Acarol 22:553–558. doi: 10.1023/A:1006033706589
- Herron GA, Rophail J, Holloway J, Barchia I (2003) Potentiation of a propargite and fenpyroximate mixture against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Exp Appl Acarol 29:115–119. doi: 10.1023/A:1024277711877
- Hoy M (2011) Agricultural acarology: introduction to integrated mite management. CRC Press, Boca Raton
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW (1975) Mites injurious to economic plants. Berkeley, University of California Press. 614 pp.
- Kane EC, Ochoa R, Mathurin G, et al (2012) *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. Exp Appl Acarol 57:215–225. doi: 10.1007/s10493-012-9541-1
- Kitajima EW, Chagas CM, Rodrigues JCV (2003) *Brevipalpus*-transmitted plant virus and virus-like diseases: Cytopathology and some recent cases. Exp Appl Acarol 30:135–160. doi: 10.1023/B:APPA.0000006546.55305.e3
- Lima MR, Rodríguez H, González AI, González M (2011) Management strategy of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Cuba. 159:152–159.
- Lofego AC, Rezende JM, Verona RLC, Feres RJF (2013) Mites (Acari) associated with three species of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae) in Brazil, with emphasis on *Jatropha curcas*. Syst Appl Acarol 18:411-423
- McMurtry JA, Scriven GT (1965) Insectary production of phytoseiid mites. J Econ Entomol 58:282–284
- Mesa NC, Ochoa R, Welbourn WC, et al (2009) A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the World with a key to genera. Magnolia Press, Auckland, New Zealand
- Migeon A, Dorkeld F (2017) Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. <http://www.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Accessed 20 May 2017
- Mineiro JL de C, Silva WR, Silva RA (2009) Ácaros em fruteiras e outras plantas no Estado de Amapá. Biota Neotrop 9:103–106.
- Moraes GJ, Barbosa MFC, Castro TMMG (2013) Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from

- natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. 3700:301–347.
- Moraes GJ, Castro TMMG, Kreiter S, et al (2012) Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in Réunion Island (Indian Ocean). *Acarologia* 52:129–134. doi: 10.1051/acarologia/20122043
- Moraes GJ, Flechtmann CHW (2008) Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos Editora pp. 228.
- Moraes, GJ (2002) Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores. In: Parra, JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (ed.). Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Manole, São Paulo p.225-237
- Navia D, Marsaro AL, Silva FR, et al (2011) First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. *Neotrop Entomol* 40:409–11. doi: 10.1590/S1519-566X2011000300018
- Nuvoloni FM, Lofego AC, Rezende JM, Feres RJF (2014) Phytoseiidae mites associated with *Hevea* spp. from the Amazon region: a hidden diversity under the canopy of native trees. *Systematics and Biodiversity* 13:182–206. doi: 10.1080/14772000.2014.985344
- Ochiai N, Mizuno M, Mimori N, et al (2007) Toxicity of bifenthrin and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Exp Appl Acarol* 43:181–197. doi: 10.1007/s10493-007-9115-9
- Oliveira DC, Prado EP, Moraes GJ, et al (2016) First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in southeastern Brazil. *Florida Entomol* 94:370–371. doi: 10.1653/024.094.0241
- Quilici S, Kreiter S, Ueckermann EA, Vincenot D (1997) Predatory mites (Acari) from various crops on Reunion Island. *Int J Acarol* 23:283–291. doi: 10.1080/01647959708683578
- Rezende JM, Lofego AC (2011) Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) on plants of the central region of the Brazilian cerrado. *Acarologia* 51:449–463. doi: 10.1051/acarologia/20112027
- Roda A, Dowling A, Welbourn C, et al (2008) Red palm mite situation in the Caribbean and Florida. *Proc Caribb Food Crop Soc* 44:80–87.
- Rodrigues JC V., Antony LMK (2011) First report of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) in Southern Brazil. *Neotrop Entomol* 94:1073–1074. doi: 10.1007/s13744-016-0468-9
- Rodrigues JC V., Ochoa R, Kane EC (2007) First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and its damage to coconut palms in Puerto Rico and Culebra Island. *Int J Acarol* 33:3–5. doi: 10.1080/01647950708684493
- Rodrigues JV, Machado MA (2000) Virus-*Brevipalpus*-plant relationships on citrus leprosis pathosystems. *Proc Int Soc* 768–770.
- Sabelis MW (1985). Predation on spider mites. In: *Spider Mites, their Biology, Natural Enemies and Control*, W. Helle and M.W. Sabelis (eds), Vol. 1B, pp. 103–129, Elsevier.
- Silva EA, Reis PR, Zacarias MS, et al (2010) Fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) associados a cafezais e fragmentos florestais vizinhos. *Cienc e Agrotecnologia* 34:1146–1153. doi: 10.1590/S1413-70542010000500010
- Sousa JM, Gondim MGC, Lofego AC, Moraes GJ (2015) Mites on Annonaceae species in northeast Brazil and in the state of Para. *Acarologia* 55:5-18. doi: 10.1051/acarologia/20152147
- Souza IV, Argolo OS, Gondim MGC et al. (2015) Phytoseiid mites from tropical fruit trees in Bahia State, Brazil (Acari, Phytoseiidae). *Zookeys* 533:99-131. doi: 10.3897/zookeys.533.5981
- van Houten YM, Hoogerbrugge H, Bolckmans KJF (2007) Spider mite control by four

- phytoseiid species with different degrees of polyphagy. IOBC wprs Bull 30: 123
- Vásquez C, Colmenárez Y, Moraes GJ (2015) Life cycle of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on ornamental plants, mostly Arecaceae. Exp Appl Acarol 65:227–35. doi: 10.1007/s10493-014-9858-z
- Vásquez C, De Moraes GJ (2012) Geographic distribution and host plants of *Raoiella indica* and associated mite species in northern Venezuela. Exp Appl Acarol 60:73–82. doi: 10.1007/s10493-012-9623-0
- Vásquez C, Magally QG, Aponte O, Sandoval DMF (2008) First Report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. Neotrop Entomol 37:739–740. doi: 10.1007/s13744-016-0468-9
- Zhang Z-Q (2003) Mites of greenhouses: identification, biology and control. Wallingford : CABI

TERMO DE REPRODUÇÃO XEROGRÁFICA

Autorizo a reprodução xerográfica do presente Trabalho de Conclusão, na íntegra ou em partes,
para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 19/07/2017

Felipe S.R.

Assinatura do autor