

BIOLOGIA DE *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA CONTROLE DE
Raoiella indica (ACARI: TENUIPALPIDAE) E EFEITOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS
EM FRUTEIRAS SOBRE ÁCAROS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

por

CLEITON ARAÚJO DOMINGOS

(Sob Orientação do Professor Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr.)

RESUMO

Alguns sistemas de cultivo utilizam o controle biológico como uma das poucas estratégias viáveis no controle de ácaros pragas, como no caso da coconocultura, que, na sua maioria, é cultivada por pequenos agricultores e atacada por inúmeras pragas tais como *Raoiella indica* Hirst. Outros sistemas de cultivos são mais rentáveis e, portanto suportam outras práticas como o uso de agrotóxicos. A videira é uma cultura onde o uso de acaricidas, inseticidas e fungicidas são frequentes. Entretanto, quando utilizado indiscriminadamente, pode levar a consequências negativas como: surgimento de populações resistentes de fitófagos e alterações comportamentais em agentes de controle biológico. Ácaros predadores são agentes eficientes no controle de ácaros pragas e podem ser uma alternativa para redução do uso de agrotóxicos. O objetivo desse estudo foi comparar a biologia entre duas populações de *Amblyseius largoensis* (Muma) oriundas de Roraima (Brasil) e Reunião (Oceano Índico), ambas alimentadas com *R. indica*, e, ainda, avaliar a toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados na videira, na região do Submédio do Vale do São Francisco, sobre as principais espécies de ácaros associados a esta cultura. As populações de *A. largoensis* não apresentaram diferenças na duração e viabilidade total das formas imaturas. Contudo, a população de Reunião apresentou consumo de presas, período de oviposição e taxa

líquida de reprodução superiores, em comparação a população de Roraima. Abamectina foi o único acaricida que apresentou eficiência no controle de *Tetranychus urticae* Koch em videira, contudo, apresentou toxicidade ao predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma. Os inseticidas avaliados foram inócuos a *T. urticae* e apresentaram baixa toxicidade a *E. citrifolius*, contudo tiametoxam + lambda-cialotrina e lambda-cialotrina mostraram-se eficientes no controle de *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Punjab). Os fungicidas não causaram mortalidade aos ácaros. Todos os produtos afetaram o comportamento e a capacidade do *E. citrifolius* em detectar pistas de presas.

PALAVRAS-CHAVE: Coqueiro, controle biológico, ácaro vermelho das palmeiras, toxicidade, Tetranychidae, Phytoseiidae, videira.

BIOLOGY OF THE *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) FOR CONTROL OF
Raoiella indica (ACARI: TENUIPALPIDAE) AND EFFECTS OF PESTICIDE USED IN
FRUIT TREES ON MITES IN THE SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO VALLEY

por

CLEITON ARAÚJO DOMINGOS

(Sob Orientação do Professor Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE)

ABSTRACT

Some culture systems using biological control as one of the few viable strategies for pest mite control, including in the case of coconut crops, which are mostly cultivated by small farmers and attacked by several pests such as *Raoiella indica* Hirst. Other cropping systems are more profitable and, then support other practices such as pesticide use. The vine is a culture where the use of acaricides, insecticides and fungicides are frequent. However, when used indiscriminately, can lead to negative consequences such as the emergence of resistant populations of phytophagous and behavioral changes in biological control agents. Predatory mites are effective agents of pest mite control and can be an alternative to reduce of pesticide use. The aim of this study was to compare the biology of two populations of *Amblyseius largoensis* (Muma) coming from Roraima (Brazil) and Réunion (Indian Ocean), both fed *R. indica*, and also evaluate the toxicity of the main pesticides used on the vine in the Submédio region of São Francisco's Valley, on the main species of mites associated with this culture. Populations of *A. largoensis* did not present differences in the duration and survival of the immatures. However, the population of Réunion presented consumption of prey, oviposition period and net reproduction rate higher than Roraima population. Abamectin was the only acaricide which showed efficiency in control of

Tetranychus urticae Koch on vine, however, it was also toxic to the predator *Euseius citrifolius* Denmark & Muma. The insecticides were harmless to *T. urticae* and showed low toxicity to *E. citrifolius*, however thiamethoxam + lambda-cyhalothrin and lambda-cyhalothrin were effective in controlling of *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Punjab). Fungicides did not cause mortality to mites. All products affected the behavior and ability of *E. citrifolius* to detect prey slopes.

KEY WORDS: Coconut , biological control , red palm mite, toxicity, Tetranychidae, Phytoseiidae, vine.

BIOLOGIA DE *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA CONTROLE DE
Raoiella indica (ACARI: TENUIPALPIDAE) E EFEITOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS
EM FRUTEIRAS SOBRE ÁCAROS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

por

CLEITON ARAÚJO DOMINGOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em
Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro – 2015

BIOLOGIA DE *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA CONTROLE DE
Raoiella indica (ACARI: TENUIPALPIDAE) E EFEITOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS
EM FRUTEIRAS SOBRE ÁCAROS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

por

CLEITON ARAÚJO DOMINGOS

Comitê de Orientação:

Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE

José Eudes de Moraes Oliveira – EMBRAPA Semiárido

Herbert Álvaro Abreu de Siqueira – UFRPE

BIOLOGIA DE *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA CONTROLE DE
Raoiella indica (ACARI: TENUIPALPIDAE) E EFEITOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS
EM FRUTEIRAS SOBRE ÁCAROS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

por

CLEITON ARAÚJO DOMINGOS

Orientador: _____
Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE

Examinadores: _____
José Wagner da Silva Melo – UFC

José Eudes de Moraes Oliveira – EMBRAPA Semiárido

Herbert Álvaro Abreu de Siqueira – UFRPE

José Vargas de Oliveira - UFRPE

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

Em especial aos meus pais José Domingos Filho e Maria Célia Araújo Domingos, aos meus irmãos Claudiane Araújo Domingos Rodrigues, Júlio Cesar Araújo Domingos e José Celso Araújo Domingos; à minha esposa e grande companheira Michelle Amorim da Silva por todo seu carinho e dedicação; ao meu filho, fonte de todos meus esforços, Erick Airan Amorim Domingos; aos meus amados sobrinhos Cauã Cesar da Silva Domingos e Maria Lethicia da Silva Domingos; a minha querida sogra Maria Amorim e aos amigos Isabel Cristina Araújo da Silva, Sademberg Rodrigues da Silva e a Thayanne Mello. E a todos, amigos e familiares, que sempre estiveram ao meu lado.

In memoriam

Dedico ao meu avô José Domingos Filho, a minha tia Maria Leonice Gomes de Sá e ao meu primo Alex Damiane Gomes de Sá. Eternas saudades.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças para seguir em frente com coragem, determinação e, acima de tudo, fé para buscar o sentido do hoje e a perspectiva do amanhã;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), juntamente com a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e a Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE;

Aos meus pais José Domingos Filho e Maria Célia Araújo Domingos por sempre terem estimulado meus estudos, visando a uma educação de qualidade e ensinando-me a utilizar todos meus conhecimentos com ética e respeito aos meus semelhantes;

Aos meus irmãos Claudiane Araújo Domingos Rodrigues, Júlio Cesar Araújo Domingos e José Celso Araújo Domingos por todo carinho, atenção e pelo apoio de sempre;

À minha esposa, Michelle Amorim da Silva, por sempre estar ao meu lado em todos esses anos, agradeço pelo seu amor, paciência e dedicação;

Ao meu amado filho Erick Airan Amorim Domingos, por entender, mesmo que sem querer, a distância do seu pai;

Ao amigo e orientador, Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior, que me acompanhou desde os tempos de graduação, sempre incentivando e me apoiando na construção de um futuro melhor;

Aos amigos do Laboratório de Acarologia Agrícola Aleuny Coutinho Reis, Cristina Gómez, Débora Barbosa de Lima, Girleide França, Hellen Karoline, Josilene Maria de Souza, Vanessa Farias e Vaneska Barbosa Monteiro, pelo carinho e atenção;

Agradeço, em especial, aos amigos Carla Patrícia Oliveira de Assis, Cecília Sanguinetti e José Wagner da Silva Melo, que sempre estiveram por perto dispostos a me ajudar no que fosse preciso;

Aos funcionários da Universidade Federal Rural de Pernambuco Ariella Rayder G.S. Cahú, Darci Martins Correia da Silva, José Romildo Nunes e Marcello Fernandes Medeiros pela competência e eficiência na prestação de serviços;

A todos que, de alguma forma, contribuíram no desenvolvimento deste projeto.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
A CULTURA DO COQUEIRO.....	01
<i>Raoiella indica</i> HIRST	02
HOSPEDEIROS	03
DANOS	03
CONTROLE.....	04
CONTROLE QUÍMICO	04
CONTROLE BIOLÓGICO.....	05
A CULTURA DA VIDEIRA	06
PRAGAS DA VIDEIRA	07
USO DE AGROTÓXICOS EM VIDEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO	08
ÁCAROS PHYTOSEIIDAE.....	09
LITERATURA CITADA.....	12
2 COMPARAÇÃO DE DUAS POPULAÇÕES DO PREDADOR PANTROPICAL <i>Amblyseius largoensis</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Raoiella indica</i> (ACARI: TENUIPALPIDAE)	22
RESUMO	23

	ABSTRACT	24
	INTRODUÇÃO	25
	MATERIAL E MÉTODOS	27
	RESULTADOS	29
	DISCUSSÃO.....	30
	AGRADECIMENTOS	34
	LITERATURA CITADA.....	34
3	TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS EM VIDEIRA SOBRE	
	ÁCAROS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO	43
	RESUMO	44
	ABSTRACT	45
	INTRODUÇÃO	46
	MATERIAL E MÉTODOS	48
	RESULTADOS	53
	DISCUSSÃO.....	55
	AGRADECIMENTOS	59
	LITERATURA CITADA.....	60

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Submédio do Vale do São Francisco está localizado entre os paralelos 8 e 9°S, cujo clima, BSh segundo classificação de Köppen é caracterizado como tropical semiárido, com temperatura média anual em torno dos 26°C, pluviosidade de aproximadamente 500 mm e altitude de 330 m em relação ao nível do mar (Teixeira 2010). Nos últimos trinta anos, com os altos volumes de investimentos públicos e privados, sobretudo em sistemas de irrigação, a fruticultura irrigada tornou-se a principal atividade econômica da região, gerando impactos significativos sobre a renda e emprego (Lacerda & Lacerda 2004). Hoje, o polo de fruticultura irrigado de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, situado na região do Submédio do Vale do São Francisco, destaca-se como um grande produtor de frutas da América Latina. A região possui cerca de 120 mil hectares irrigados e uma potencialidade para 360 mil ha. Dentre as culturas exploradas na região destacam-se, dentre outras, o cultivo do coqueiro anão verde e da videira (Guimarães 2007).

A Cultura do Coqueiro

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., possui distribuição pantropical (Chan & Elevitch 2006). Sua exploração comercial está concentrada em mais de 90 países, abrangendo uma área de, aproximadamente, 12 milhões de hectares (FAO 2011). O Brasil é o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 287 mil ha (FAO 2011). Nas regiões Norte e Nordeste estão concentrados cerca de 80% da produção nacional (AGRIANUAL 2012). Dentre as variedades exploradas destaca-se a variedade Gigante, com produtividade entre 2.500 a 3.000 frutos/ha, exclusivamente para produção de copra e a

anão-verde para exploração da água de coco. Devido ao recente aumento no consumo *in natura* da água de coco, áreas consideradas não tradicionais, como os perímetros irrigados do Vale do São Francisco, passaram a explorar o cultivo do coqueiro da variedade anão-verde (Fontes & Wanderley 2006, Aragão *et al.* 2002). A utilização de variedades mais produtivas, como o coqueiro anão verde, e o nível da tecnificação, propicia a essa região uma produtividade que ultrapassa os 40.000 frutos/ha (Fontes *et al.* 2003).

Raoiella indica

A produtividade do coqueiro, independente da variedade, pode ser comprometida devido a diversos fatores, dentre eles estão as pragas, que constituem um dos mais limitantes (Fontes *et al.* 2002, Oliveira *et al.* 2012). *Raoiella indica* Hirst, ácaro-vermelho-das-palmeiras (Acari: Tenuipalpidae) representa uma praga de grande importância para essa cultura. *Raoiella indica* foi descrito da Índia, infestando folíolos de coqueiro (Hirst 1924), posteriormente foi relatado no nordeste e no sul da África (Moutia 1958, Pritchard & Baker 1958) e no Oriente Médio (Gerson *et al.* 1983). Na última década diversos trabalhos relataram a introdução desse ácaro nas Américas, desde o sul da Flórida até o Brasil. O primeiro relato na América foi no ano de 2004 em folíolos de coqueiro e na palmeira ornamental *Veitchia merrillii* (Becc.) na ilha de Martinica (Flechtmann & Etienne 2004). Em pouco tempo se dispersou para diversos países do Caribe (Kane *et al.* 2005, Etienne & Fletchmann 2006), sul da florida, México (NAPPO 2009), Venezuela (Vásquez *et al.* 2008), Colômbia (Carrillo *et al.* 2011a) e norte do Brasil (Navia *et al.* 2011, Rodrigues & Antony 2011)

Hospedeiros

Os primeiros registros de hospedeiros de *R. indica* foram em plantas da família Arecaceae, como a tamareira (*Phoenix dactylifera* L.), palmeira princesa (*Dictyosperma album* (Bory) Scheff.) e o coqueiro (*Cocos nucifera*) (Sayed 1942, Moutia 1958). Entretanto, após sua introdução na região neotropical, *R. indica* expandiu sua gama de hospedeiros para plantas de outras famílias como: Musaceae, Heliconiaceae, Strelitziaceae, Zingiberaceae, Pandanaceae e Cannaceae (Kane *et al.* 2005, Etienne & Flechtmann 2006, Cocco & Hoy 2009, Navia *et al.* 2012). Estudos em diferentes regiões, com diferentes espécies de palmeiras e cultivares de bananeiras, mostraram que *R. indica* apresenta alta adaptabilidade a espécies e cultivares avaliados (Taylor 2011, Carrillo *et al.* 2011b).

Danos

A introdução de *R. indica* pode trazer grandes prejuízos para o país, devido aos danos que pode causar em culturas de grande importância econômica como o coqueiro, banana e flores tropicais (Flechtmann & Etienne 2004, Flechtmann & Etienne 2005, Etienne & Flechtmann 2006, Carrillo *et al.* 2012a). *Raoiella indica* é encontrado na parte abaxial das folhas do hospedeiro (Etienne & Flechtmann 2006). As folhas infestadas pelo ácaro apresentam manchas amareladas, que em seguida tornam-se necrosadas (Flechtmann & Etienne 2004, Etienne & Flechtmann 2006, Hoy *et al.* 2006). Coqueiros jovens, assim como adultos cultivados em condições de má drenagem, em solos com deficiência mineral e pouca matéria orgânica, são particularmente mais suscetíveis ao ataque dessa praga (Moutia 1958). Em Trinidad, a produtividade de áreas atacadas reduziu cerca de 70% em apenas um ano após a infestação (informação do Sr. Philippe Agostine, Presidente de Trinidad e Tobago Growers Association, relatado por Roda *et al.* 2012).

Controle

Diversos métodos de controle vêm sendo avaliados para manter o nível populacional de *R. indica* em um limiar que não cause danos econômicos. A utilização de agrotóxicos e agentes de controle biológico vêm sendo intensamente estudados (Peña *et al.* 2009, Carrillo *et al.* 2010, 2011b, 2012b, Carrillo & Peña 2011, Hoy 2012, Rodrigues & Peña 2012, Assis *et al.* 2013).

Controle Químico

O controle químico é o método mais utilizado no controle de *R. indica*, nas diversas regiões produtoras infestadas (Mendonça *et al.* 2005, Rodrigues & Peña 2012). É utilizado em viveiros de plantas hospedeiras, como método de controle emergencial em países onde o ácaro se encontra presente e se disseminando, e ainda, como medida regulatória no trânsito de material vegetal (Navia *et al.* 2012). Apesar de ser o método mais utilizado, existem alguns entraves para o uso do controle químico. Além da falta de produtos registrados, as dificuldades em realizar uma aplicação eficiente, devido ao elevado porte dos coqueiros e outras palmeiras, e os altos custos que essa prática proporciona, acabam por inviabilizar sua utilização para os pequenos produtores (Ferreira 2009, Navia *et al.* 2012). Estudos recentes avaliaram a toxicidade de acaricidas a *R. indica*, mostrando que algumas moléculas apresentam potencial para serem utilizados no manejo deste ácaro (Assis *et al.* 2012, Rodrigues & Peña 2012). Testes realizados em laboratório mostraram que os acaricidas milbemectina, abamectina, fenpiroximato e espiroclorfenol apresentaram elevada toxicidade para *R. indica* (Assis *et al.* 2012). Abamectina e fenpiroximato são produtos registrados no Brasil para o controle de *Aceria guerreronis* Keifer (Acarí: Eriophyidae) em coqueiro e a CL₉₀ destes produtos para *R. indica* foram inferiores às doses de campo recomendadas para o controle desse eriofídeo nesta palmeira (Assis *et al.* 2012). Portanto, provavelmente as doses recomendadas pelos fabricantes desses produtos devem ser eficientes no

controle de *R. indica* em condições de campo. Testes, em condições de campo, na Costa Rica e na Flórida (EUA) demonstraram que acequinocyl, dicofol e espiromesifeno são eficazes na redução populacional de *R. indica* em coqueiro e bananeira (Rodrigues & Peña 2012).

Controle Biológico

Apesar da aplicação de acaricidas sintéticos ser a principal prática de controle de ácaros praga, esse método de controle tem promovido efeitos adversos sobre ácaros fitófagos e predadores (Van de Vrie *et al.* 1972, Lima *et al.* 2013a, 2013b). O controle biológico natural e aplicado constituem importantes táticas para evitar os problemas advindos do uso inadequado de agrotóxicos. O controle biológico caracteriza-se como um dos componentes mais importantes dentro do manejo integrado de pragas, constituindo-se como o método ideal para o controle de *R. indica* a médio e longo prazo, portanto tem sido a linha de pesquisa mais estudada para o controle deste ácaro (Navia *et al.* 2012).

Aproximadamente 28 espécies de artrópodes predadores são relatados em associação com *R. indica* (Carrillo *et al.* 2012b). Dentre os predadores associados a *R. indica*, ácaros da família Phytoseiidae são os mais frequentes (Carrillo *et al.* 2012b). Os primeiros relatos de predadores alimentando-se de *R. indica* foram *Amblyseius caudatus* Berlese (Acari: Phytoseiidae) e *Amblyseius channabasavanni* Gupta & Daniel (Acari: Phytoseiidae), ambos apresentando bom desempenho quando alimentados com este tenuipalpídeo (Moutia 1958, Daniel 1981). Após a chegada do *R. indica* na região neotropical novos levantamentos em busca de predadores foram realizados no hemisfério oriental (Carrillo *et al.* 2010, Moraes *et al.* 2012). Ao final dos estudos o ácaro *Amblyseius largoensis* Muma (Acari: Phytoseiidae) foi considerado o principal predador associado a *R. indica* (Gallego *et al.* 2003, Bowman 2010, Taylor *et al.* 2011). Em levantamentos realizados na região neotropical o resultado foi similar, verificando-se que *A. largoensis* é o

principal predador associado ao *R. indica* nas Américas (Peña *et al.* 2009, Carrillo *et al.* 2010, Carrillo & Peña 2011, Gondim Jr. *et al.* 2012). *Amblyseius largoensis* é um predador generalista tipo III, consumindo presa, pólen e néctar (Yue & Tsai 1996, McMurtry & Croft 1997, McMurtry *et al.* 2013). Estudos de laboratório analisaram a capacidade desse predador em se desenvolver, alimentando-se exclusivamente com *R. indica*, e concluíram que seu desenvolvimento foi melhor com esta presa em relação a outras fontes de alimento (Carrillo *et al.* 2010, Carrillo & Peña 2011).

Populações de *A. largoensis* vêm mantendo o nível populacional do *R. indica* em patamares aceitáveis na Ilha de Reunião, no Oceano Índico, impedindo que esse ácaro cause danos as plantas hospedeiras (Moraes *et al.* 2012). Essa co-evolução, que os inimigos naturais desenvolvem junto a suas presas é uma característica desejável no controle biológico clássico, pois assim os predadores podem apresentar uma maior eficiência no controle das pragas (Van Driesche & Bellows 2001). A liberação de populações deste predador, oriundas da Ilha de Reunião poderia otimizar o controle dessa praga em regiões recém infestadas. Entretanto, a ampla distribuição das populações de *A. largoensis* sugere que linhagens, biótipos, ou espécies crípticas possam existir (Noronha & Moraes 2004, Bowman 2010).

A Cultura da Videira

No Brasil, a videira (*Vitis* spp.) é cultivada em, aproximadamente, 81 mil hectares, destinados a produção de frutos para consumo *in natura* ou fabricação de vinhos, vinagre e uva-passa (IBGE 2013). A comercialização de uvas *in natura* representa um dos mais importantes agronegócios da fruticultura brasileira. O Submédio do Vale do São Francisco, Nordeste do Brasil, vem se destacando como a maior região produtora do país (Leão *et al.* 2011), detendo uma área colhida de 9.379 ha em 2013, o que corresponde a aproximadamente 40% da produção de uvas para o consumo *in natura* do país e por 98% das exportações brasileiras (IBGE 2013).

Pragas da Videira

A cultura da videira é frequentemente afetada por pragas e doenças (Ishaaya *et al.* 1983, Haji & Alencar 2000, Botton *et al.* 2003, 2005, Bostanian *et al.* 2012), e seu manejo vem se tornando mais complexo, devido ao aumento da área plantada e presença de plantas em diferentes fases fenológicas ao longo do ano. Além disso, restrições a produtos fitossanitários, impostas por protocolos e normatizações como Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APCC, Protocolo Europeu de Boas Práticas Agrícolas - EUREP-GAP e Produção Integrada-Uva - PI-Uva, podem conferir barreiras comerciais devido à presença de resíduos de agrotóxicos nos frutos (Gava *et al.* 2004). Todas essas exigências têm dificultado o manejo integrado de pragas nesta cultura.

Diversas espécies de insetos e ácaros já foram relatadas em associação com a videira no Brasil, dentre elas destacam-se a cochonilha pérola da terra - *Eurhizococcus brasiliensis* (Hempel) (Hemiptera: Margarodidae); a broca-dos-ramos - *Paramadarus complexus* Casey (Coleoptera: Curculionidae); a mosca branca – *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae); lagarta-das-folhas - *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae); a traça-dos-cachos - *Cryptoblabes gnidiella* (Miliere) (Lepidoptera: Pyralidae); as moscas-das-frutas - *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae); os tripses - *Frankliniella* sp., *Selenothrips rubrocinctus* (Giard.), *Retithrips syriacus* Mayet, *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) e *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) (Botton *et al.* 2005, Moreira *et al.* 2012); os ácaros fitófagos *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae), *Tetranychus urticae* Koch, *Panonychus ulmi* (Koch), *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra), *Allonychus brasiliensis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), *Calepitrimerus vitis* (Nalepa) e *Colomerus vitis* (Pagenstecher) (Acari: Eriophyidae), *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) e *Brevipalpus californicus* (Banks) (Acari: Tenuipalpidae) (Flehtmann 1983, Soria *et*

al.1993, Sousa 1996, Botton *et al.* 2003, Moraes & Flechtmann 2008, Johann *et al.* 2009, Domingos *et al.* 2014). Na região do Submédio do Vale do São Francisco, dentre os artrópodes relatados em associação com a videira, destacam os ácaros *T. urticae*, *O. mangiferus* e *P. latus* (Haji *et al.* 2001a, 2001b, Moraes & Flechtmann 2008, Domingos *et al.* 2014).

Infestações de *P. latus*, conhecido como ácaro-branco, ocorre em folhas do ponteiro, causando encurtamento dos ramos, surgimento de novas brotações e redução do crescimento do ramo (Botton *et al.* 2003). Altas populações tornam as folhas coriáceas e quebradiças, podendo ocorrer à queda das mesmas (Monteiro 1994, Botton *et al.* 2003, Ferreira *et al.* 2006, Moraes & Flechtmann 2008). O ataque do ácaro-branco é mais importante em plantas novas, tanto em mudas como nos porta-enxertos, pois atrasa a formação do parreiral (Botton *et al.* 2003). *Tetranychus urticae* provoca manchas cloróticas nas folhas, que posteriormente tornam-se necrosadas, podendo causar desfolhamento (Flechtmann 1983, Moraes & Flechtmann 2008). *Oligonychus mangiferus* provoca a queima prematura das folhas (Soria *et al.* 1993). As principais consequências do ataque dos tetraniquídeos é a redução da superfície fotossintética da planta e do crescimento dos ramos, o que pode interferir na floração e frutificação do ano seguinte. As consequências dos danos para os frutos são alterações no desenvolvimento, tamanho, coloração e teor de açúcar nas bagas (Schruft 1985, Lorenzato 1986, Sousa 1996).

Uso de agrotóxicos em videira no Submédio do Vale do São Francisco

A utilização de agrotóxicos vem sendo o principal método de controle de pragas e doenças que incidem sobre a cultura da videira (Haji & Alencar 2000, Bertolo *et al.* 2011). Devido a ocorrência de doenças fúngicas, como Oídio e Míldio, a cultura da videira recebe excessivas aplicações de fungicidas (Sônego *et al.* 2003, Sônego & Garrido 2007), como tiofanato metílico, difenoconazol e ciproconazol. Dentre os produtos utilizados na região para controle de pragas, os acaricidas mais utilizados são: abamectina, diafentiuron, fenpiroximato e clorfenapir, enquanto

imidacloprid, lambda cialotrina e tiametoxam são os inseticidas mais comumente aplicados. O uso intensivo destes produtos pode levar a consequências negativas, tais como: ressurgência de pragas, surtos de pragas secundárias, resistência e eliminação de organismos não alvos (Omoto *et al.* 2000, Dutcher 2007, Cloyd *et al.* 2010).

Os agrotóxicos, independente da sua finalidade (fungicidas, inseticidas, acaricidas, herbicidas, etc), podem apresentar efeitos deletérios tanto sobre organismos alvos quanto sobre os não alvos. Estes podem ser divididos em efeitos letais, quando levam a morte do organismo exposto e efeitos subletais, comprometendo ou favorecendo o *fitness* do organismo exposto. Os efeitos subletais podem ser manifestados de diversas formas como a redução na longevidade, diminuição da fertilidade, redução da fecundidade, mudanças na razão sexual e nos comportamentos de alimentação e oviposição (Stark & Rangus 1994, James & Price 2002, Alston & Thomson 2004, Argolo *et al.* 2013). Contudo, não se conhece o efeito da maioria dos produtos utilizados na cultura da videira sobre as populações de ácaros fitófagos e predadores a eles associados.

Ácaros Phytoseiidae

O manejo adequado de ácaros predadores constitui uma alternativa ao controle convencional de ácaros fitófagos com acaricidas, podendo assegurar a manutenção das populações de pragas em baixas densidades populacionais (McMurtry 1992, Moraes 2002, Abad-Moyano *et al.* 2010). Ácaros predadores são considerados os inimigos naturais mais efetivos no controle biológico de ácaros fitófagos, sendo a família Phytoseiidae aquela mais estudada e explorada com este intuito (McMurtry & Croft 1997, Yaninek & Moraes 1991, Gerson *et al.* 2003, Moraes 2002). Mais de 2.250 espécies de fitoseídeos são conhecidas no mundo e destas cerca de 140 são relatadas no Brasil (Moraes *et al.* 2004). Levantamentos da acarofauna associada

a cultura da videira, na região do Submédio do Vale do São Francisco, constatou a presença dos Phytoseiidae *Amblyseius tamatavensis* Blommers, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, *Euseius concordis* (Chant), *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma e *Neoseiulus transversus* Denmark & Muma sobre a cultura da videira, entretanto *E. citrifolius* a espécie mais abundante e frequente em todos os períodos do ano (Domingos *et al.* 2014).

Euseius citrifolius é um ácaro predador tipo 4, generalista com preferência por pólen, e potencialmente útil no controle de ácaros fitófagos (Gravena *et al.* 1994, McMurtry & Croft 1997, Cardoso *et al.* 2010). Este ácaro é comumente encontrado em citros e seringueira na região sudeste do Brasil (Sato *et al.* 1994, Feres *et al.* 2002, Hernandez & Feres, 2006, Bellini *et al.* 2008).

Ácaros fitoseídeos não possuem olhos, entretanto possuem a capacidade de captar voláteis produzidos por plantas atacadas por ácaros fitófagos, que servem como mensagens químicas aos ácaros predadores (Sabelis *et al.* 1985, Melo *et al.* 2011). Essas mensagens são perceptíveis graças à presença de quimiorreceptores nos palpos e no tarso do primeiro par de pernas dos fitoseídeos (Akkerhuis *et al.* 1985). Assim, a possibilidade de concentrações subletais de agrotóxicos afetarem a capacidade dos ácaros predadores de localizarem suas presas deve ser considerada (Teodoro *et al.* 2009). Além da possibilidade de interferir em diversos outros parâmetros biológicos dos ácaros como fertilidade, razão sexual, comportamento e oviposição (Stark *et al.* 1997, Poletti & Omoto 2012, Beers & Schmidt 2014).

O controle biológico aplicado de ácaros fitófagos é utilizado tanto em cultivo protegido como em campo (McMurtry *et al.* 1978, Pickett & Gilstrap 1986, Rasmy & Ellaithy 1988, Peña & Osborne 1996, Abad-Moyano *et al.* 2010). No entanto, a prática do controle químico pode interferir drasticamente nas liberações desses predadores, uma vez que estes podem ser suscetíveis aos agrotóxicos (Croft 1990, Metzger & Pfeiffer 2002, Gadino *et al.* 2011, Hamedi *et al.* 2011).

Outras estratégias como a utilização de produtos seletivos ou a utilização seletiva dos produtos podem ser utilizadas na conservação dos inimigos naturais em programas de manejo de pragas (Sato *et al.* 2002, Poletti *et al.* 2007). A seletividade pode ser classificada como fisiológica, que consiste no uso de produtos mais tóxicos à praga que aos inimigos naturais; e ecológica relacionada com a forma de aplicação dos agrotóxicos que visa minimizar a exposição do inimigo natural ao produto (Ripper *et al.* 1951, O' Brien 1960).

A alteração de comportamento é um dos mecanismos encontrados por ácaros/insetos, como forma de evitar o contato com os agrotóxicos, evitando sua ação prejudicial (Lockwood *et al.* 1984, Ffrench-Constant 1994, Hoy *et al.* 1998, Lorini & Gallei 1998). O organismo se comporta de forma preventiva à exposição à substância tóxica, sem que haja o contato prévio com o agrotóxico, caracterizando a resposta comportamental estímulo-independente (repelência). Outro comportamento, que pode ser apresentado pelos ácaros/insetos é a resposta comportamental estímulo-dependente (irritabilidade) (Georghiou 1972, Lockwood *et al.* 1984, Cordeiro *et al.* 2010), que se refere a capacidade de aumentar a habilidade de detectar substâncias tóxicas promovendo efeito irritante, excitando-o a uma resposta de fuga após a percepção do acaricida.

Assim, esse trabalho teve o objetivo de comparar o desenvolvimento, reprodução e a predação entre duas populações de *A. largoensis*, oriundas da ilha de Reunião e do estado de Roraima, em condições de laboratório, com o intuito de avaliar a possibilidade de liberação em campo de populações do *A. largoensis* originárias da ilha de Reunião. E, ainda, investigar a toxicidade dos principais agrotóxicos (acaricidas/inseticidas/fungicidas) utilizados em videiras no Submédio do Vale do São Francisco sobre as principais espécies de ácaros associados a cultura na região, e, por fim avaliar a interferência de concentrações subletais no comportamento e na capacidade do predador *E. citrifolius* em encontrar infoquímicos de presa.

Literatura Citada

- Abad-Moyano, R., T. Pina, J. Pérez-Panadés, E.A. Carbonell & A. Urbaneja. 2010.** Efficacy of *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* in suppression of *Tetranychus urticae* in Young clementine plants. *Exp. Appl. Acarol.* 50: 317–328.
- Agrianual (Anuário da agricultura Brasileira). 2012.** São Paulo, FNP, p. 285-289.
- Akkerhuis, G.J.O., M.W. Sabelis & W.F. Tjallingii. 1985.** Ultrastructure of chemoreceptors on the pedipalpis and first tarsi of *Phytoseiulus persimilis*. *Exp. Appl. Acarol.* 1: 235-251.
- Alston, D.G. & S.V. Thomson. 2004.** Effects of fungicide residues on the survival, fecundity, and predation of the mites *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Gandromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 950-956.
- Aragão, W.M., J.M. Resende, E.M.O. Cruz, C.S. Reis, O.J. Saggin Junior, J.A. Alencar, W.A. Moreira, F.R. Paula & J.M.P. Lima Filho. 2002.** Fruto do coqueiro para consumo natural, p. 19-25. In W.M. Aragão (eds.), *Coco: Pós-colheita*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 292p.
- Argolo, P.S., N. Banyuls, S. Santiago, O. Mollá, J.A. Jacas & A. Urbaneja. 2013.** Compatibility of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) with imidacloprid to manage clementine nursery pests. *Crop Prot.* 43:175–182.
- Assis, C.P.O., E.G.F. de Moraes & M.G.C. Gondim Jr. 2013.** Toxicity of acaricides to *Raoiella indica* and their selectivity for its predator, *Amblyseius largoensis* (Acari: Tenuipalpidae: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 60: 357-365.
- Beers, E.H. & R.A. Schmidt. 2014.** Impacts of orchard pesticides on *Galendromus occidentalis*: Lethal and sublethal effects. *Crop Prot.* 56: 16-24.
- Bellini, M.R., R.J.F. Feres & R. Buosi. 2008.** Ácaros (Acari) de seringueira (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae) e de euforbiáceas espontâneas no interior dos cultivos. *Neotrop. Entomol.* 37: 463-471.
- Bertolo, F.O.A., A. P. Ott, N.J. Ferla. 2011.** Ácaros em videira no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, 24p. (Boletim Técnico 21).
- Bostanian, N.J., C. Vincent & R. Isaacs. 2012.** Arthropod Management in Vineyards: Pests, Approaches, and Future Directions. New York, Springer, 508p.
- Botton, M., E.R. Hickel & S.J. Soria. 2003.** Pragas, p. 82-105. In T.V.M Fajardo (ed.), *Uva para processamento: fitossanidade*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 132p. (Frutas do Brasil 35).

- Botton, M., S.J. Soria & E.R. Hickel. 2005.** Pragas da videira. In A. Hoffmann, U.A. Camargo & J.D.G. Maia. Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho. (Sistema de Produção 9).
- Bowman, H.M. 2010.** Molecular discrimination of Phytoseiidae associated with the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) from Mauritius and South Florida. MS Thesis, University of Florida, Gainesville, 186p.
- Cardoso, M.S.M., M.R. Vieira, J.C. Figueira & H.A.S. Silva. 2010.** Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). Arq. Inst. Biol. 77: 471-476.
- Carrillo, D., J.E. Peña, M.A. Hoy & J.H. Frank. 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.
- Carrillo, D., D. Navia, F. Ferragut & JE Pena. 2011a.** First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. Fla. Entomol. 94: 370-371.
- Carrillo, D., M.E. de Coss, M.A. Hoy & J.E. Peña. 2011b.** Variability in response of four populations of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and *Tetranychus gloveri* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. Biol. Control 60: 39–45.
- Carrillo, D. & J.E. Peña. 2011.** Prey-stage preferences and functional numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Exp. Appl. Acarol. 57: 361-372.
- Carrillo, D., R. Duncan, D. Amalin, J.E. Peña, F. Hosein & A. Roda. 2012a.** Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. Exp. Appl. Acarol. 57: 271-289.
- Carrillo, D., J.H. Frank, J.C.V. Rodrigues & J.E. Peña. 2012b.** A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). Exp. Appl. Acarol. 57: 347–360.
- Chan, E. & C.R. Elevitch. 2006.** *Cocos nucifera* (coconut). In C.R. Elevitch, C.R. (eds.), Species profiles for Pacific Island agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Hōlualoa, 27p.
- Cordeiro, E.M.G., A.S. Corrêa, M. Venzon & R.N.C. Guedes. 2010.** Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. Chemosphere 81: 1352-1357.

- Cloyd, R.A., K.S. Manhattan & K.E. Kemp. 2010.** Effect of Fungicides and Miticides with Mitochondria Electron Transport Inhibiting Activity on the Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). HortScience 45: 687–689.
- Cocco, A. & M.A. Hoy. 2009.** Feeding, reproduction, and development of the red palm mite (Acari: Tenuipalpidae) on selected palms and banana cultivars in quarantine. Fla. Entomol. 92: 276–291.
- Croft, B.A. 1990.** Arthropod Biological control agents and pesticides. New York, Wiley Interscience, 723p.
- Daniel, M. 1981.** Bionomics of the predaceous mite *Amblyseius channabasavanni* (Acari: Phytoseiidae) predaceous on the palm mite, p. 167–172. In G.P. Channabasavanna, B. Mallik & K.D. Ghorpade (eds), Contributions to acarology in India. Anubhava Printers, Bangalore, 256p.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, J.E.M. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2014.** Mites on grapevines in Northeast Brazil: occurrence, population dynamics and within-plant distribution. Int. J. Acarol. 40: 145-151.
- Dutcher, J.D. 2007.** A Review of Resurgence and Replacement Causing Pest Outbreaks in IPM, p. 27-44. In A. Ciancio & K. G. Mukerji (eds.), General Concepts in Integrated Pest and Disease Management. The Netherlands, Springer, 329p.
- Etienne, J. & C.H.W. Flechtmann. 2006.** First record of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. Int. J. Acarol. 32: 331-332.
- FAO 2011.** Food And Agriculture Organization of the United Nations. Economic And Social Department. Statistics Division. Acesso: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Feres, R.J.F., D.C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. SANTOS. 2002.** Diversidade de ácaros (Acari, Arachnida) em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19: 137-144.
- Ferreira, J. M. S. 2009.** Pragas e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimento dos pequenos produtores rurais, p. 191-218. In F.L.D. Cintra, H.R. Fontes, E.E.M. Passos & J.M.S. Ferreira (eds.), Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 232p.
- Ferreira, R.C.F., J.V. de Oliveira, F.N.P. Haji & M.G.C. Gondim JR. 2006.** Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinifera* L.) cv. Itália. Neotrop. Entomol. 35: 126-132.

- Ffrench-Constant, R.H. 1994.** The molecular and population genetics of cyclodiene resistance. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 4: 275-288.
- Flechtmann, C.H.W. 1983.** Ácaros de importância agrícola. São Paulo, Nobel, 189p.
- Flechtmann, C.H.W. & J. Etienne. 2004.** The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). *Syst. Appl. Acarol.* 9: 109–1104.
- Flechtmann, C.H.W. & J. Etienne. 2005.** Un nouvel acarien ravageur des palmiers: En Martinique, premier signalement de *Raoiella indica* pour les Caraïbes. *Phytoma* 548: 10-11.
- Fontes, H.R., J.M.S. Ferreira & L.A. Siqueira. 2002.** Sistema de Produção para a Cultura do Coqueiro. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 63p. (Sistemas de Produção 01).
- Fontes, H.R., F.E. Ribeiro & M.F. Fernandes. 2003.** Coco, produção: aspectos técnicos, Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 106p.
- Fontes, H.R. & M. Wanderley. 2006.** Situação atual e perspectiva para a cultura do coqueiro no Brasil. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 16p. (Documentos 94).
- Gadino, A.N., V.M. Walton & A.J. Dreves. 2011.** Impact of Vineyard Pesticides on a Beneficial Arthropod, *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae), in Laboratory Bioassays. *J. Econ. Entomol.* 104: 970-977.
- Gallego, C.E., E.D. Aterrado & C.G. Batomalaque. 2003.** Biology of the false spider mite, *Rarosiella cocosae* Rimando, infesting coconut palms in Camiguin, northern Mindanao (Philippines). *Philipp. Entomol.* 17:187-202.
- Gava, C.A.T. C.C.S.H. Tavares & A.H.C. Teixeira. 2004.** Determinação de modelos de associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de Oídio e Míldio da videira no Vale do São Francisco. In Seminário Novas Perspectivas para o Cultivo da Uva sem Semente. Petrolina: Embrapa Semiárido. (Documento 185).
- Georghiou, G.P. 1972.** The evolution of resistance to pesticides. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3: 133-168.
- Gerson, U., A. Venezian & D. Blumberg 1983.** Phytophagous mites on date palms in Israel. *Fruits.* 38: 133-135.
- Gerson, U., R.L. Smiley & R. Ochoa. 2003.** Mites (acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, 539p.
- Gondim Jr., M.G.C., T.M.M.G. Castro, A.L. Marsaro Jr., D. Navia, J.W.S. Melo, P.R. Demite & G.J. Moraes. 2012.** Can the red palm mites threaten the Amazon vegetation? *Syst. Biodivers.* 10: 527–535.

- Gravena, S., I. Benetoli, P.H.R. Moreira & P.T. Yamamoto. 1994.** *Euseius citrifolius* Denmark & Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 209-218.
- Guimarães, T.G. 2007.** Visita técnica ao polo frutícola do Vale do São Francisco, em Petrolina, PE e Juazeiro, Ba. Planaltina, Embrapa Cerrados, 33p. (Documentos 201).
- Haji, F.N.P. & J.A. de Alencar. 2000.** Pragas da videira e alternativas de controle, p. 273-291. In: P.C.S. Leão & J.M. Soares (eds.). A viticultura no semi-árido brasileiro. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 336p.
- Haji, F.N.P., A.N. Moreira, P.R.C. Lopes, R.C.F. Ferreira, J.A. Alencar & F.R. Barbosa. 2001a.** Monitoramento e determinação do nível de ação do ácaro-branco na cultura da uva. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 7p. (Circular Técnica 68).
- Haji, F.N.P., A.N. Moreira, R.C.F. Ferreira, E.M. Leite, F.R. Barbosa & J.A. Alencar. 2001b.** Monitoramento e determinação do nível de ação do ácaro-rajado na cultura da uva. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA. 8p. (Circular Técnica, 71).
- Hamed, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2011.** Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 53: 29–40.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006.** Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) no noroeste do estado de São Paulo. Neotrop. Entomol. 35: 523-535.
- Hoy, C.W., G.P. Head & F.R. Hall. 1998.** Spatial heterogeneity and insect adaptation to toxins. Ann. Rev. Entomol. 43: 571-594.
- Hoy, M.A., J. Peña & R. Nguyen. 2006.** Red Palm Mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). Available from <http://edis.ifas.ufl.edu/IN711>. (Acessado Janeiro 2015).
- Hoy, M.A. 2012.** Overview of a classical biological control project directed against the red palm mite in Florida. Exp. Appl. Acarol. 57: 381-393.
- IBGE. 2013.** Levantamento sistemático de produção agrícola. 25: 1-88.
- Ishaaya, I., E. Gurevitz & K.R.S. Ascher. 1983.** Synthetic pyrethroids and avermectin for controlling the grapevine pests *Lobesia botrana*, *Cryptoblabes gnidiella* and *Drosophila melanogaster*. Phytoparasitica 11: 161-166.
- Johann, L., C.L. Klock, N.J. Ferla & M. Botton. 2009.** Acarofauna (Acari) associada à videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado do Rio Grande do Sul. Biociências 17: 1-19.

- James, D.G. & T.S. Price. 2002.** Fecundity in Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) is Increased by Direct and Systemic Exposure to Imidacloprid. *J. Econ. Entomol.* 95: 729-732.
- Kane E, R. Ochoa, G. Mathurin & E.F. Erbe. 2005.** *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), an island hopping mite pest in the Caribbean. Fort Lauderdale, Entomological Society of America, Annual Meeting. 8p.
- Lacerda, M.A.D. & R.D. Lacerda. 2004.** O cluster da fruticultura no Pólo Petrolina/Juazeiro. *Rev. Biol. Ciênc. Terra* 4: 1-16.
- Leão, A., B. Gaião, H. Oliveira & R. Cavalcanti. 2011.** Valores pessoais dos consumidores de vinhos do Vale do São Francisco (Brasil): Uma proposição tipológica de perfis. *Rev. Portuguesa e Brasileira de Gestão.* 10: 23-36.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, R.N.C. Guedes, H.A.A. Siqueira, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2013a.** Survival and behavioural response to acaricides of the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. *Exp. Appl. Acarol.* 60: 381-393.
- Lima, D.B., V.B. Monteiro, R.N.C. Guedes, H.A.A. Siqueira, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2013b.** Acaricide toxicity and synergism of fenpyroximate to the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. *BioControl* 58: 595–605.
- Lockwood, J.A., T.C. Sparks & R.N. Story. 1984.** Evolution of insect resistance to insecticides: a reevaluation of the roles of physiology and behavior. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 30: 41-51.
- Lorenzato, D., E.O. Grellmann, E.C. Chouene & L.M. Meyer-Cachapuz. 1986.** Flutuação populacional de ácaros fitófagos e seus predadores associados à cultura da macieira (*Malus domestica*, Bork) e efeitos dos controles químicos e biológicos. *Agronomia Sulriograndense.* 22: 135-151.
- Lorini, I. & D.J. Galley. 1998.** Relative effectiveness of topical, filter paper and grain applications of deltamethrin, and associated behavior of *Rhyzopertha dominica* (F.) strains. *J. Stored. Prod. Res.* 34: 377-383.
- McMurtry, J.A., E.R. Oatman, P.A. Phillips & C.W. Wood. 1978.** Establishment of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) in southern California. *Entomophaga* 23: 175-179.
- McMurtry, J.A. 1992.** Dynamics and potential impact of ‘generalist’ phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. *Exp. Appl. Acarol.* 14: 371–382.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997.** Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 291-32.

- McMurtry, J.A., G.J. de Moraes & N.F. Sourassou. 2013.** Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst. Appl. Acarol.* 18: 297–320.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, A. Pallini, J.E.M. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2011.** Olfactory response of predatory mites to vegetative and reproductive parts of coconut palm infested by *Aceria guerreronis*. *Exp. App. Acarol.* 191-202.
- Metzger, J.A. & D.G. Pfeiffer. 2002.** Topical toxicity of pesticides used in Virginia vineyards to the predatory mite, *Neoseiulus fallacis* (Garman). *J. Entomol. Sci.* 37: 329-337.
- Mendonça, R.S., D. Navia & C.H. W. Flechtmann. 2005.** *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras - Uma ameaça para as Americas. Embrapa, Rec. Genet. Biotec, 37p. (Documentos 146)
- Monteiro, L.B. 1994.** Ocorrência de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira em Bento Gonçalves, RS, Brasil. *An. Soc. Entomol. Brasil* 23: 349-350.
- Moraes, G.J. 2002.** Controle biológico de ácaros fitófagos com ácaros predadores, p. 225-237. In J.R. Parra, P.S.M. Botelho, B.S. Corrêa-Ferreira & J.M.S. Bento (eds.), *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. Barueri, Manole, 609p.
- Moraes, G.J., J.A. McMurtry, H.A. Denmark & C.B. Campos. 2004.** A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434: 1-494.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos. 308 p.
- Moraes, G.J., T.M.M.G. Castro, S. Kreiter, S. Quilici, M.G.C. Gondim Jr. & L.A.M. Sá. 2012.** Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Réunion Island (Indian Ocean). *Acarologia* 52: 129–134.
- Moreira, A.N., J.V. Oliveira, J.E.M. Oliveira, A.C. Oliveira & I.D. Souza. 2012.** Variação sazonal de espécies de tripses em videira de acordo com sistemas de manejo e fases fenológicas. *Pesq. Agropec. Bras.* 47: 328-335.
- Moutia, L.A. 1958.** Contribution to the study of some phytophagous acarina and their predators in Mauritius. *Bull. Entomol. Res.* 49: 59-75.
- NAPPO. 2009.** Phytosanitary alert system: detection of the red palm mite (*Raoiella indica*) in Cancun and Isla Mujeres, Quintana Roo, Mexico. North American Plant Protection Organization. www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=523&keyword=Raoiella%20indica Acessado em 15 Jan. 2015.
- Navia, D. A.L. Marsaro Jr, F.R. da Silva, M.G.C. Gondim Jr & G.J. de Moraes. 2011.** First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. *Neotrop. Entomol.* 40: 409–411.

- Navia, D., E.G.F. Morais, R.S. Mendonça & M.G.C. Gondim. 2012.** Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), 399-433. In R.A. Zucchi & E. Vilela (eds), Pragas Introduzidas: Insetos e Ácaros. São Paulo, FEALQ.
- Noronha, A.C.D.S. & G.J.D. Moraes. 2004.** Reproductive compatibility between mite populations previously identified as *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 32: 271–279.
- O'Brien, R.D. 1960.** Toxic phosphorus esters. New York, Academic, 434p.
- Oliveira, J.E.M., J.W.S. Melo, C.A. Domingos & M.G.C. Gondim Jr. 2012.** Controle do ácaro-da-necrose-do-coqueiro. Petrolina, Embrapa semiárido, 4p. (Circular técnica 71).
- Omoto, C., E.B. Alves & P.C. Ribeiro. 2000.** Detecção e monitoramento da resistência de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ao dicofol. An. Soc. Entomol. Brasil 29: 757-764.
- Peña, J.E. & L. Osborne. 1996.** Biological control of *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina: Tarsonemidae) in greenhouses and field trials using introductions of predacious mites (Acarina: Phytoseiidae). Entomophaga 41: 279-285.
- Peña, J.E., J.C.V. Rodrigues, A. Roda, D. Carrillo & L.S. Osborne. 2009.** Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. In Proceedings of the 2nd meeting of IOBC/WPRS, work group integrated control of plant feeding mites. Florence, 69–79.
- Pickett, C.H. & F.E. Gilstrap. 1986.** Inoculative release of phytoseiids (Acari) for the biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) in corn. Environ. Entomol. 15: 790-794.
- Poletti, M. & C. Omoto. 2012.** Susceptibility to deltamethrin in the predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) populations in protected ornamental crops in Brazil. Exp. Appl. Acarol. 58: 385–39.
- Poletti, M., Maia, A.H.N. & Omoto, C., 2007.** Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Biol. Control 40: 30-36.
- Pritchard, A.E. & E.W. Baker. 1958.** The false spider mite (Acarina: Tenuipalpidae). Univ. Calif. Publ. Entomol. 14: 175-274.
- Rasmy, A.H. & A.Y. Ellaithy. 1988.** Introduction of *Phytoseiulus persimilis* for twospotted spider mite control in greenhouses in Egypt (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Entomophaga 33: 435-438.

- Ripper, W.E., R.M. Greenslade & G.S. Hartley. 1951.** Selective insecticides and biological control. *J. Econ. Entomol.* 44: 448-449.
- Roda, A., G. Nachman, F. Hosein, J.C.V. Rodrigues & J.E. Peña. 2012.** Spatial distributions of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on coconut and their implications for development of efficient sampling plants. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 291–308.
- Rodrigues, J.C.V. & L.M.K. Antony. 2011.** First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas State, Brazil. *Fla. Entomol.* 94: 1073–1074.
- Rodrigues, J.C.V. & B.M. Irish. 2011.** Effect of coconut palm proximities and *Musa* spp. germplasm resistance to colonization by *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp. Appl. Acarol.* 57: 309-316.
- Rodrigues, J.C.V. & J.E. Peña. 2012.** Chemical control of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in banana and coconut. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 317-329.
- Sabelis, M.W. & M. Dicke. 1985.** Long-range dispersal and searching behaviour, p. 141-160. In W. Helle & M.W. Sabelis (eds.), *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 458p.
- Sato, M.E., A. Raga, L.C. Cerávolo, A.C. Rossi & M.R. Potenza. 1994.** Ácaros predadores em pomar cítrico de Presidente Prudente, Estado de São Paulo. *An.Soc. Entomol. Bras.* 23: 435-441.
- Sato, M.E., M. da Silva, L.R. Gonçalves, M.F. Souza Filho & A. Raga. 2002.** Toxicidade diferencial de agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) a morangueiro. *Neotrop. Entomol.* 31: 449-456.
- Sayed, M.T. 1942.** Contribution to the knowledge of the Acarina of Egypt: I. The genus *Raoiella* Hirst (Pseudotetranychidae–Tetranychidae). *Bull. Soc. Fouad. Entomol.* 26: 81–84.
- Schruff, G.A. 1985.** Grape, p. 359-366. In Helle, W & M.W. Sabelis (eds.), *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 458p.
- Sônego, O.R., L.R. Garrido & A. Grigoletti Jr. 2003.** Doenças fúngicas. p.11-44. In T.V.M. Fajardo (eds.), *Uvas para processamento: fitossanidade*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 126p. (Frutas do Brasil 35).
- Sônego, O.R. & L.R. Garrido. 2007.** Doenças fúngicas da videira e seu controle. Embrapa uva e vinho. Capacitação técnica em viticultura. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/doevid.html>
- Soria, S.J., C.H.W. Flechtmann & L.B. Monteiro. 1993.** Ocorrência de ácaros brancos ou tropical e outros de impotância agrícola de vinhedos do Rio Grande do Sul, Brasil. In: *Anais do VII Congresso de Viticultura e Enologia*, Bento Gonçalves e Garibaldi, 69-71.

- Sousa, J.S.I. 1996.** Uvas para o Brasil. Piracicaba, FEALQ, 368p.
- Stark, J.D. & T. Rangus. 1994.** Lethal and sublethal effects of the neem insecticide, Margosan-O, on pea aphid. *Pest. Sci.* 41: 155-160.
- Stark, J.D., L. Tanigoshi, M. Bounfour & A. Antonelli. 1997.** Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 37: 273-279.
- Taylor, B., M. Rahman, S.T. Murphy & V.V. Sudheendrakumar. 2011.** Exploring the host range of the red palm mite (*Raoiella indica*) in Kerala, India. *Zoosymposia* 6: 86-92.
- Teixeira, A.H.C. 2010.** Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009. Embrapa Semiárido, Petrolina. 21p. (Documentos 233).
- Teodoro, A.V., A. Pallini & C. Oliveira. 2009.** Sub-lethal effects of fenbutatin oxide on prey location by the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 47: 293-299.
- Van de Vrie, M., J.A. McMurtry & C.B. Huffaker. 1972.** Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. III. Biology, ecology, and pest status, and hostplant relations of tetranychids. *Hilgardia* 41: 387-403.
- Vásquez, C., M.G. Quirós, O. Aponte & D.M.F. Sandoval. 2008.** First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. *Neotrop. Entomol.* 37: 739-740.
- Yaninek, J.S. & G.J. de Moraes. 1991.** Mites in biological and integrated control of pests in agriculture, p. 133-149. In F. Dusbabek & V. Bukva (eds.), *Modern Acarology*. Czechoslovakia, Prague & SBS Academic Publishing, 680p.
- Yue, B. & J.H. Tsai. 1996.** Development, survivorship, and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on selected plant pollens and temperatures. *Environ. Entomol.* 25: 488-494.

CAPÍTULO 2

COMPARAÇÃO DE DUAS POPULAÇÕES DO PREDADOR PANTROPICAL *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Raoiella indica* (ACARI: TENUIPALPIDAE)¹

CLEITON A. DOMINGOS², LEANDRO O. OLIVEIRA³, ELISÂNGELA G. F. DE MORAIS³, DENISE NAVIA⁴, GILBERTO J. DE MORAES⁵ E MANOEL G. C. GONDIM JR.²

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Laboratório de Entomologia, Embrapa Roraima, BR 174, Km 8, Distrito Industrial, Caixa Postal 133, Boa Vista, RR 69301-970, Brasil.

⁴Laboratório de Quarentena Vegetal, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Parque Estação Biológica, final w5 Norte, Caixa Postal 02372, Brasília, DF CEP 70.770-900, Brasil.

⁵Depto. Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP 13418-900, Brasil.

¹Domingos, C.A., L.O. Oliveira, E.G.F. de Moraes, D. Navia, G.J. de Moraes & M.G.C. Gondim Jr. 2013. Comparação de duas populações do predador pantropical *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) para o controle biológico de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology*. 60: 83–93.

RESUMO - O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), foi recentemente introduzido nas Américas. Disseminou-se rapidamente por diversas áreas de cultivo do coqueiro, expandindo consideravelmente a sua gama de hospedeiros. A introdução desta espécie tem causado grande impacto econômico em vários países. No Brasil, extensas áreas poderão ser afetadas. Por razões de logística e outros aspectos, o controle químico não parece ser considerado adequado para o manejo desta praga na maioria dos países latino-americanos. O controle biológico de *R. indica* através da introdução de inimigos naturais exóticos parece ser uma medida importante a ser considerada. Pesquisas em muitos países têm mostrado que *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) é um predador comum em coqueiros. Este estudo comparou a biologia de uma população de *A. largoensis* encontrada em associação com *R. indica* na ilha de Reunião (Oceano Índico) por longo período de tempo, com uma população de Roraima (Norte do Brasil), onde *R. indica* foi encontrado a cerca de dois anos atrás. Não foram observadas diferenças entre as populações em relação à duração dos diferentes estágios imaturos ou sobrevivência total. No entanto, o período de oviposição, o consumo de presas e taxa líquida de reprodução foram significativamente maiores para a população de Reunião, justificando investigações mais aprofundadas para determinar se a população deve ser liberada no campo, em Roraima, para controle da praga.

PALAVRAS-CHAVE: Coqueiro, ácaro-vermelho-do-coqueiro, fitoseídeo, controle biológico, Arecaceae, praga quarentenária

COMPARISON OF TWO POPULATIONS OF THE PANTROPICAL PREDATOR *Amblyseius largoensis* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) FOR BIOLOGICAL CONTROL OF *Raoiella indica* (ACARI: TENUIPALPIDAE)

ABSTRACT – The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), was recently introduced in the Americas. It spread quickly throughout coconut palm growing areas, expanding considerably its host range. The invasion of this species has caused high economic impact in several countries. In Brazil, extensive areas are expected to be affected. For logistical reasons and other concerns, chemical control does not seem desirable for the control of this pest in most Latin American countries. Biological control of *R. indica* by introducing exotic natural enemies seems to be an important control measure to be considered. Surveys in many countries have shown that *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) is a very common predator on coconut palms. This study compared the biology of a population of *A. largoensis* found for a long time in association with *R. indica* in La Reunion Island (Indian Ocean) with a population from Roraima State (northern Brazil), where *R. indica* was first found about two and a half years ago. No significant differences were observed between populations in relation to the duration of different immature stages or total survival. However, the oviposition period, prey consumption and net reproductive rate were significantly higher for the La Reunion population, warranting further investigation to determine whether that population should be released in Roraima to control the pest.

KEY WORDS: Coconut palm, red palm mite, phytoseiid, biological control, Areaceae, quarantine pest

Introdução

O gênero *Raoiella* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) é constituído de doze espécies válidas conhecidas até recentemente, e descritas das regiões Afrotropical, Australiana, Oriental e Paleártica (Mesa *et al.*, 2009), além de nove novas possíveis espécies descobertas recentemente na Austrália (Dowling *et al.* 2012). O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst, foi encontrado pela primeira vez no Novo Mundo a cerca de sete anos (Flechtmann & Etienne 2004), mas agora é encontrado em diferentes países da região, incluindo o norte da América do Sul (Navia *et al.* 2011). Depois de um amplo estudo realizado por Dowling *et al.* (2012), sugeriu-se que o centro de origem deste gênero fosse a África ou o Oriente Médio. No entanto, Dowling *et al.* (2008) concluíram que a população caribenha de *R. indica* provavelmente veio da Ilha de Reunião. Palmeiras são os hospedeiros mais comuns de *R. indica* na maioria dos lugares onde este ácaro é encontrado no Velho Mundo. No entanto, por razões desconhecidas, expandiu enormemente a sua gama de hospedeiros, quando chegou ao Novo Mundo, incluindo além das arecaceas, outras monocotiledôneas (Navia *et al.* 2011, Carrillo *et al.* 2012a). Os dados relativos ao impacto econômico relacionado com a incidência desse ácaro nos hospedeiros ainda não são conhecidos, mas têm sido considerados altosem alguns países latino-americanos.

Raoiella indica foi encontrado no Brasil em julho de 2009 (Navia *et al.* 2011), no Estado de Roraima, perto da fronteira com a Venezuela. O coqueiro não é comercialmente importante naquele estado, mas é amplamente cultivado na costa brasileira e em áreas irrigadas do Nordeste brasileiro (Cuenca *et al.* 2002). O Brasil é o quarto maior produtor de coco do mundo (FAOSTAT 2011), e 70% da área é cultivada com variedades gigantes para a produção de copra (Aragão 2002). No entanto, a maioria destes plantios não são bem manejados (Holanda *et al.* 2009) e, basicamente, nada é feito pelos produtores de coco em termos de controle de pragas (Ferreira 2009). Por este motivo, o rendimento é baixo na maior parte do país, correspondendo a

aproximadamente 34 frutos/planta/ano (Wanderley & Lopes 2009), e esta produtividade pode ainda ser mais reduzida, se o coqueiro for afectado por *R. indica*. Além de coqueiro, várias espécies nativas de Arecaceae são potenciais hospedeiros de *R. indica*, sendo exploradas por populações de baixa renda no Norte e Nordeste do Brasil (Lorenzi *et al.* 2010). Estas palmeiras também podem ser gravemente afetadas por esta praga.

A maioria dos coqueirais cultivadas, em diferentes partes do mundo, possuem um porte de mais de 10 m de altura, o que torna muito difícil para os produtores controlar *R. indica* com produtos químicos. Esta grande dificuldade, aliado ao fato de que a maioria dos produtores de coco não apresentam condições, por diversos aspectos, de usarem agrotóxicos para o controle de pragas, e da crescente preocupação com o impacto ambiental causado por estes produtos, têm sido levado em consideração o uso de métodos alternativos para o controle de *R. indica*. Em virtude disto foi realizado um levantamento de inimigos naturais em áreas em que a praga está presente, mas que se suspeita ser menos prejudicial. Em um levantamento realizado na Ilha de Reunião, no Oceano Índico, Moraes *et al.* (2012) verificaram que o fitoseídeo *Amblyseius largoensis* (Muma) foi o predador predominante associado a *R. indica*. Este trabalho foi realizada em Reunião, devido ao ácaro ocorrer nesta ilha em um nível populacional que não causa danos aos coqueiros. *Amblyseius largoensis* também foi encontrado em muitos outros países, em associação com *R. indica* (Carrillo *et al.* 2012c), incluindo no Brasil (Gondim Jr. *et al.* 2012). *Amblyseius largoensis* também é a espécie de Phytoseiidae predominante em coqueiro e outras espécies de palmeiras do Novo Mundo (Moore & Howard 1996, Gondim & Moraes 2001, Moraes *et al.* 2004, Lawson-Balagbo *et al.* 2008). Uma colônia desta espécie foi coletada na ilha de Reunião, no início de 2011 e introduzida no Brasil. O objetivo deste trabalho foi comparar o desenvolvimento, reprodução e a predação das populações de Reunião e Roraima em condições de laboratório, para avaliar futuramente a possibilidade de se liberar em campo a população da ilha de Reunião.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Roraima, em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil, a 27 °C, 60 ± 10% UR e fotoperíodo de 12 h.

Obtenção e Criação dos Predadores. Uma população de *A. largoensis* utilizada neste estudo foi iniciada com cerca de 100 ácaros coletados em coqueiros de diferentes áreas da ilha Reunião, em fevereiro de 2011, com a permissão das autoridades francesas (Moraes *et al.* 2012), e introduzida no Brasil com a permissão do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MAPA) (Licença de Importação Nº 296/2010). A colônia foi estabelecida em um disco de folha de bananeira com o lado abaxial voltado para cima, espuma de polietileno de 1 cm espessura e uma placa de Petri, todos com 16 cm de diâmetro, e colocados nesta sequência. A margem da folha foi coberta com algodão hidrófilo, adicionando-se água destilada diariamente a placa de Petri, para manter a turgescência da folha e evitar a fuga dos ácaros. A colônia foi alimentada com todas as fases de *R. indica* obtida a partir de coqueiros cultivados na Embrapa Roraima. A outra população de *A. largoensis* correspondeu a uma colônia iniciada com ácaros coletados em abril de 2011, em coqueiros cultivados na Embrapa Roraima (57°034'N; 60°42'19,7''O). A colônia foi mantida como descrito acima para a população introduzida. Foram tomados os devidos cuidados para evitar contaminações entre as colônias.

Procedimento Experimental. Cada unidade experimental foi constituída de uma arena de folha de bananeira, com a superfície abaxial voltada para cima, sobre um disco de papel de filtro, espuma de polietileno de espessura de 1 cm de espessura, e uma placa de Petri, todos com 16 cm de diâmetro e colocados nesta sequência. As extremidades de cada unidade foram cobertas com uma camada de algodão hidrófilo para manter a turgescência da folha. Uma linha fina de cola

entomológica não solúvel foi colocada no topo da camada de algodão para evitar a fuga dos ácaros. Cada placa de Petri continha nove arenas (3 X 3 cm) e duas placas de Petri foram usadas para cada uma das cinco repetições de cada tratamento (populações).

Depois de instaladas as unidades experimentais, ninfas de *R. indica* (protoninfas e deutoninfas) obtidas a partir de coqueiros infestados naturalmente foram transferidas para cada arena com um pincel. Posteriormente, uma fêmea de *A. largoensis* foi transferida para cada uma das arenas. Após 12 h, as fêmeas do predador foram removidas, deixando-se apenas um ovo de *A. largoensis* por arena. Foram instaladas cinco repetições para cada população, sendo cada repetição constituída de duas placas de Petri, contendo nove arenas cada. Os predadores oriundos destes ovos foram criados até a fase adulta, examinando-os a cada 12 h para determinar a duração e sobrevivência de cada estágio de desenvolvimento, bem como o número de presas consumidas.

Imediatamente após a emergência das fêmeas, um macho da respectiva colônia foi colocado na arena. Machos mortos foram substituídos por outros machos das respectivas colônias. A oviposição diária, longevidade e consumo de presas em cada arena foram avaliadas diariamente. Os ovos obtidos nos primeiros 10 dias de oviposição foram isolados para determinação da razão sexual. Todos os estágios de desenvolvimento foram alimentados com ninfas (protoninfas e deutoninfas) de *R. indica*. As presas consumidas em cada arena foram substituídas diariamente para um total de 30 ninfas. Tomou-se o cuidado de evitar a mortalidade dos ácaros durante a manipulação; assim, quando se transferiu cada ninfa, esta foi suavemente tocada com a ponta de um pincel fino e, em seguida, recolhida suavemente para a transferência.

Análise dos Dados. A duração média de estágios imaturos, sobrevivência, longevidade das fêmeas, oviposição e consumo de presas das populações foram comparadas pelo teste t, utilizando-se o método de dados agrupados ($p = 0,05$), através do SAS (2001). Parâmetros da tabela de vida de fertilidade [tempo médio de geração (T), taxa intrínseca de crescimento

populacional (r_m), taxa líquida de reprodução (R_0), razão finita de aumento populacional (λ) e tempo médio em dias para a população duplicar em número (TD)] e intervalos de confiança foram calculados, utilizando-se o método Jackknife e o testes t de Student (Maia *et al.* 2000).

Resultados

Não foram observadas diferenças entre as populações para a duração dos estágios imaturos do predador. No entanto, a duração do período de desenvolvimento (ovo-adulto) da população de Roraima foi mais curto ($t_8 = -3,56$; $p = 0,0074$) do que a população de Reunião (Tabela 1). Não foram observadas diferenças para a sobrevivência de cada estágio imaturo separadamente, ou no período total de ovo-adulto, assim como no consumo de presas por larvas. No entanto, protoninfas, deutoninfas e no período total de desenvolvimento (ovo-adulto) o total de presas consumidas pela população de Reunião foi maior ($t_8 = -4,68$; $p = 0,0016$).

A População de Reunião teve melhor desempenho em relação a vários parâmetros biológicos (Tabela 2), como evidenciado por seus períodos significativamente mais curtos de pré-oviposição ($t_8 = 7,71$; $p = 0,0001$) e pós-oviposição ($t_8 = 3,17$; $p = 0,013$), longos períodos de oviposição ($t_8 = -2,89$; $p = 0,020$) e maior oviposição diária ($t_8 = -3,22$; $p = 0,012$), maior número de ovos/fêmea ($t_8 = -3,26$; $p = 0,012$), maior consumo diário de presas ($t_8 = -4,46$; $p = 0,0021$), maior consumo total de presas ($t_8 = -4,90$; $p = 0,0012$) e maior taxa líquida de reprodução (intervalo de confiança de 95% não sobrepostas). No entanto diferenças estatisticamente significativas não foram observadas em vários outros parâmetros, como longevidade de fêmeas, razão sexual, tempo médio de uma geração, taxa intrínseca de aumento da populacional, razão finita de aumento populacional e tempo para a população duplicar em número.

A média da taxa de oviposição diária maior na população de Reunião (Tabela 2) foi devido a manutenção de altas taxas diárias de oviposição durante a maior parte do período de postura (Fig.

1). Os níveis máximos de oviposição diária de ambas as populações ocorreu entre os dias primeiros 10 a 12 dias de oviposição. Depois disso, foram observadas quedas acentuadas na oviposição. A média da taxa diária de consumo de presa mais elevada na população de Reunião (Tabela 2) foi devido a manutenção de maiores taxas de consumo diário de presa na fase de adulta (Fig. 2). Nesta população, os mais altos níveis de consumo ocorreu entre os primeiros 10 e 15 dias após a amergência, com ligeira redução após este período. A taxa de consumo de presas da população de Roraima atingiu níveis máximos entre 20 e 25 dias após a amergência, reduzindo também posteriormente.

Discussão

Os períodos de desenvolvimento de ambas as populações foram semelhantes (Tabela 1) aos valores determinados por Galvão *et al.* (2007) para uma população do mesmo predador coletada em Recife, PE, Brasil, e criada com outras fontes de alimento (*Tetranychus urticae* Koch, pólen de *Ricinus communis* L. e mel). No entanto, ambas as populações consideradas neste estudo tiveram períodos de desenvolvimento mais curtos do que o determinado por Carrillo *et al.* (2010) para uma população da Florida, USA, e mantida em condições de temperatura e umidade semelhantes aos desta pesquisa, mas alimentados com todos os estágios de desenvolvimento de *R. indica*. A sobrevivência total dos estágios imaturos de ambas as populações deste estudo foi semelhante ao observado por Galvão *et al.* (2007) e Carrillo *et al.* (2010).

Particularmente interessante foi o longo período de oviposição da população de Reunião. Não só foi maior do que a população de Roraima, mas foi quase duas vezes tão longa quanto a população da Florida estudada por Carrillo *et al.* (2010). Enquanto as taxas médias de oviposição diária para a população de Reunião e Flórida foram semelhantes, o número total de ovos foi consideravelmente maior para a população de Reunião. Consequentemente, a taxa intrínseca de

crescimento populacional e taxa líquida de reprodução também foram maiores para a população de Reunião.

Moutia (1958) relataram *Amblyseius caudatus* Berlese como predador de *R. indica* na Ilha de Maurícius, observando que os adultos desse fitoseídeo poderiam consumir, em média, até 10,6 ovos/dia e um total de 490 ovos durante toda a sua vida. No presente trabalho, as fêmeas imaturas e adultas da população de Reunião consumiram no total cerca de 14 e 260 ninfas de *R. indica*, respectivamente. Ovos de *R. indica* (90-100 μm de comprimento) são muito menores do que protoninfas (180-200 μm) e deutoninfas (240-250 μm) (Nageshachandra & Channabasavanna 1984, Kane *et al.* 2012). Portanto, quando se comparam as dimensões destas fases, o desempenho de *A. largoensis* neste trabalho, pode ser considerado próximo ou mesmo maior que o obtido por Moutia (1958) para *A. caudatus*. É possível que a espécie reportada por Moutia (1958) como *A. caudatus* seja na verdade *A. largoensis*. A ilha de Maurícius é relativamente próxima da ilha de Reunião, onde *A. largoensis* foi determinado como o fitoseídeo predominante em coqueiro em associação com *R. indica*. *Amblyseius caudatus* foi descrito da Indonésia, onde também é relatado *A. largoensis*. No entanto, a descrição de *A. caudatus* parece não ter sido feita adequadamente, como é exigido hoje nas caracterizações de novas espécies. A partir de informações disponíveis na literatura, *A. caudatus* e *A. largoensis* são morfologicamente muito semelhantes, sugerindo que estes possam representar uma mesma espécie (Carrillo *et al.* 2012c). Vários estudos detalhados sobre a relação entre *R. indica* e *A. largoensis* foram recentemente publicado (Carrillo *et al.* 2010, 2012a-c, Carrillo & Peña 2012). Em um desses estudos (Carrillo & Peña 2012), os autores observaram uma preferência de *A. largoensis* para se alimentar de ovos que de outras fases de *R. indica*. Em outro estudo, Carrillo *et al.* (2012b) constataram que a exposição prévia de *A. largoensis* a *R. indica* tornou os predadores mais adaptados a consumir esta presa, indicando que a plasticidade da resposta de *A. largoensis* a *R. indica* poderia ser associada a seleção de

aprendizagem ou de uma combinação de processos. Essas interpretações poderiam explicar o melhor desempenho da população de Reunião, que foi exposta a *R. indica* como presa por muito mais tempo do que a população de Roraima. Se fosse esse o caso, provavelmente dentro de algum tempo uma nova comparação entre o Roraima e a população de Reunião poderia resultar em nenhuma diferença significativa entre elas. *Raoiella indica* foi encontrada pela primeira vez no Brasil, em julho de 2009, na região onde foram coletadas as amostras utilizadas para iniciar a colônia do predador utilizada neste estudo em abril de 2011. No entanto, a população de Reunião ainda pode ter características biológicas que não são encontrados na população de Roraima, e, portanto, não propensa a ser selecionada para essa população. Essas características podem ainda vir a fazer a população de Reunião mais eficaz do que a população Roraima depois da exposição deste último a *R. indica* durante muitos anos.

Amblyseius largoensis é um dos predadores mais frequentes e abundantes em folhas de coqueiro (Moore & Howard 1996, Gondim Jr. & Moraes 2001, Moraes *et al.* 2004, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Carrillo *et al.* 2012c). Esta espécie é conhecida em vários países tropicais em todo o mundo, e em uma grande diversidade de espécies de plantas (Moraes *et al.* 2004). A semelhança de outras espécies do gênero *Amblyseius* (McMurtry & Croft 1997), *A. largoensis* é um predador generalista que se alimenta de uma grande diversidade de ácaros, pequenos insetos e outros tipos de alimentos, incluindo pólen (Kamburov 1971, Yue & Tsai 1996, Rodriguez & Ramos 2004, Galvão *et al.* 2007, 2008). Este ácaro é frequentemente encontrado em folíolos de coqueiro, juntamente com outros ácaros fitófagos e insetos (Howard *et al.* 2001, Navia *et al.* 2007), vários deles, também poderiam servir como presas para este predador, principalmente os ácaros das famílias Eriophyidae, Tenuipalpidae e Tetranychidae. Os resultados do presente estudo mostraram que o desempenho de *A. largoensis* sobre *R. indica* foi comparável ao obtido por Galvão *et al.* (2007), utilizando outras fontes de alimento. Assim, *R. indica* poderia ser

considerado uma dieta apropriada para o desenvolvimento e reprodução de *A. largoensis*. Carrillo *et al.* (2012b) demonstraram que *A. largoensis* pode consumir um elevado número de ovos de *R. indica*, independentemente de sua experiência alimentar anterior, enquanto Carrillo *et al.* (2012c) informaram que em Trinidad & Tobago e Porto Rico, a densidade populacional de *A. largoensis* em folíolos de coqueiro aumentou após a chegada de *R. indica* naqueles países.

Do ponto de vista biológico, a população de Reunião poderia ser considerada menos eficiente do que a população de Roraima, uma vez que indivíduos de população de Reunião necessitaria consumir mais presa para ter um desempenho biológico semelhante ao da população de Roraima, em termos de desenvolvimento e reprodução. Este resultado sugere uma maior demanda de energia da população de Reunião para a sua manutenção. Em princípio, esse resultado pode indicar menor adaptação dessa população para consumir *R. indica*. No entanto, esta conclusão não parece lógica, porque a população de Reunião certamente viveu em associação com a presa por muito mais tempo do que a população de Roraima. Por outro lado, a partir de um ponto de vista prático, a população de Reunião parece ser mais eficaz no controle de *R. indica*, porque um maior número de ácaros são predados. Estes resultados parecem suficientes para justificar estudos complementares sob condições controladas e em testes de semi-campo, para avaliar o desempenho da população de Reunião sob as condições climáticas de Roraima. Por outro lado, a interpretação dos resultados do campo pode ser dificultada pelo facto de que *A. largoensis* já está presente em Roraima e a distinção dos membros das duas populações no campo pode ser difícil. No entanto, embora morfologicamente muito semelhantes, os membros dessas populações pode ter pequenas diferenças morfológicas para permitir a sua separação, tal como foi recentemente mostrado para as populações de fitoseídeos de coqueiro da África e da América do Sul (Sourassou *et al.* 2011, 2012). Antes de liberações de campo serem consideradas, seria oportuno determinar a compatibilidade reprodutiva dessas populações, bem como investigar a

possibilidade de separá-los com ferramentas moleculares, como demonstrado por várias espécies fitoseídeos ou populações, como relatado por Bowman & Hoy (2012) e Sourassou *et al.* (2012). Bowman & Hoy (2012) trabalharam com duas populações de *A. largoensis*, sendo uma das Ilhas Maurícius e outra da Flórida (EUA), separando-as com o uso de ferramentas moleculares. Em qualquer caso, uma complicação devido uma eventual libertação em Roraima seria o caso das duas populações se cruzarem sob condições naturais.

Portanto, estudos moleculares, morfometria e cruzamentos entre as populações de Reunião e Roraima são necessárias para permitir uma avaliação mais adequada de possíveis liberações de campo da população de Reunião.

Agradecimentos

Ao Centre de Coopération Internationale em Recherche Agronomique pour Le Développement (CIRAD) pelo apoio logístico na obtenção da população de Reunião. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Roraima) e a Fundação para a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio logístico e financeiro. Por fim, agradecemos ao Dr. Serge Kreiter e a Dra. Tatiane Marie Martins Gomes de Castro pela assistência nas coletas das populações de Reunião.

Literatura Citada

Aragão, W.M. 2002. Introdução, p. 9–109. In W.M. Aragão (ed.), *Coco: Pós-colheita*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 292p.

- Bowman, H.M. & M.A. Hoy. 2012.** Molecular discrimination of phytoseiids associated with the red palm mite *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) from Mauritius and south Florida. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 395–407.
- Carrillo, D, J.E. Peña, M.A. Hoy & F.J. Howard. 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.
- Carrillo, D. & J.E. Peña. 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.
- Carrillo, D., D. Amalin, F. Hosein, A. Roda, R.E. Duncan & J.E. Peña. 2012a.** Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 271–289.
- Carrillo, D., M.E. Coss, M.A. Hoy & J.E. Peña. 2012b.** Variability in response of four populations of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) and *Tetranychus gloveri* (Acari: Tetranychidae) eggs and larvae. *Biol. Control.* 60: 39–45.
- Carrillo, D, F.J. Howard, J.C.V. Rodrigues & J.E. Peña. 2012c.** A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp. Appl. Acarol.* 57: 347–360.
- Cuenca, M.A.G., J.M. Resende, O.J. Saggin Jr. & C.S. Reis. 2002.** Mercado brasileiro do coco: situação atual e perspectivas, p.11–18. In W.M. Aragão (ed.), *Coco: Pós-colheita*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 292p.
- Dowling, A.P.G., R. Ochoa & J.J. Beard. 2008.** Preliminary results on phylogeographic patterns of the invasive red palm mite, *Raoiella indica* (Prostigmata: Tenuipalpidae), p. 147–154. In *Proceedings of the 6th European congress of Acarology*.
- Dowling, A.P.G., R. Ochoa, J.J. Beard, W.C. Welbourn & E.A. Ueckermann. 2012.** Phylogenetic investigation of the genus *Raoiella* (Prostigmata: Tenuipalpidae): diversity, distribution, and world invasions. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 257–269.
- FAOSTAT. 2011.** World Production. <http://faostat.fao.org>. Acessado em 19 Mar 2012.
- Ferreira, J.M.S. 2009.** Pragas e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimento dos pequenos produtores rurais, p.191–218. In F.L.D. Cintra, H.R. Fontes, E.E.M. Passos & J.M.S. Ferreira (eds.), *Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 233p.

- Flechtmann C.H.W. & J. Etienne. 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, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes & J.V. Oliveira. 2007.** Biology of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), a potential predator of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) on coconut palms. *Neotrop. Entomol.* 36: 465–470.
- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes & J.V. Oliveira. 2008.** Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Amblyseius largoensis*. *Cienc. Rural* 38: 1817–1823.
- Gondim Jr. M.G.C. & G.J. Moraes. 2001.** Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* 6: 65–94.
- Gondim Jr., M.G.C., T.M.M.G. Castro, A.L. Marsaro Jr., D. Navia, J.W.S. Melo, P.R. Demite & G.J. Moraes. 2012.** Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? *Syst. Biodivers.* 10: 527–535.
- Holanda, J.S., M.C.S. Alves & A.A. Medeiros 2009.** Adubação de coqueiro gigante tendo como foco à pequena produção e a baixa capacidade de investimento, p. 91–106. In F.L.D. Cintra, H.R. Fontes, E.E.M. Passos & J.M.S. Ferreira (eds.), *Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 233p.
- Howard, F.W., D. Moore, R.M. Giblin-Davis & R.G. Abad. 2001.** *Insects on palms*. CABI, Wallingford, 400p.
- Kamburov, S.S. 1971.** Feeding, development, and reproduction of *Amblyseius largoensis* on various food substances. *J. Econ. Entomol.* 64: 643–648.
- Kane, E.C., R. Ochoa, G. Mathurin, E.F. Erbe & J.J. Beard. 2012.** *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the neotropics. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 215–225.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. *Bull. Entomol. Res.* 98: 83–96.
- Lorenzi, H. L.R. Noblick, F. Kahn & E. Ferreira. 2010.** *Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras)*. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 384p.
- Maia, A.H.N., A.J.B. Luiz & C. Campanhola. 2000.** Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *J. Econ. Entomol.* 93: 511–518.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997.** Life-styles of phytoseiid mites and their role in biological control. *Ann. Rev. Entomol.* 42: 291–321.

- Mesa, N.C., R. Ochoa, W.C. Welbourn & G.A. Evans. 2009.** A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the World with a key to genera. *Zootaxa* 2098: 1–185.
- Moore, D. & F.W. Howard. 1996.** Coconuts, p. 561–570. In E.E. Lindquist, M.W. Sabelis & J. Bruin, (eds.), *Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, 790p.
- Moraes, G.J., J.A. McMurtry, H.A. Denmark & C.B. Campos. 2004.** A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434: 1–494.
- Moraes, G.J., T.M.M.G. Castro, S. Kreiter, S. Quilici, M.G.C. Gondim Jr. & L.A.M. Sa´. 2012.** Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in La Réunion Island (Indian Ocean). *Acarologia* 52: 129–134.
- Moutia, L.A. 1958.** Contribution to study of some phytophagous acarina and their predators in Mauritius. *Bull. Entomol. Res.* 49: 59–75.
- Nageshachandra, B.K. & G.P. Channabasavanna. 1984.** Plant mites, p.785–790. In D.A. Griffiths & C.E. Bowman, (eds.), *Acarology VI*. Ellis Horwood, West Sussex.
- Navia, D., M.G.C. Gondim Jr. & G.J. Moraes. 2007.** Eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) associated with palm trees. *Zootaxa* 1389: 1–30.
- Navia, D., A.L. Marsaro Jr., F.R. da Silva, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. Moraes. 2011.** First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. *Neotrop. Entomol.* 40: 409–411.
- Rodriguez, H. & M. Ramos. 2004.** Biology and feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) on *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Rev. Protec. Vegetal* 19: 73–79.
- SAS Institute. 2001.** SAS/STAT user’s guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute, Cary, NC
- Sourassou, N.F., R. Hanna, I. Zannou, G.J. Moraes, K. Negloh & M.W. Sabelis. 2011.** Morphological variation and reproductive incompatibility of three coconut-mite-associated populations of predatory mites identified as *Neoseiulus paspalivorus* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 53: 323–338.
- Sourassou, N.F., R. Hanna, I. Zannou, J.A.J. Breeuwer, G.J. Moraes & M.W. Sabelis. 2012.** Morphological, molecular and cross-breeding analysis of geographic populations of coconut-mite associated predatory mites identified as *Neoseiulus baraki*: evidence for cryptic species? *Exp. Appl. Acarol.* 57: 15–36.
- Wanderley, M. & G.M.B. Lopes. 2009.** Importância sócio-econômica da produção de coco seco no Brasil, p.13–23. In F.L.D. Cintra, H.R. Fontes, E.E.M. Passos & J.M.S. Ferreira (eds.),

Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 233p.

Yue, B.S. & J.H. Tsai. 1996. Development, survivorship, and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) on selected plant pollens and temperatures. *Environ. Entomol.* 25: 488–494.

Tabela 1. Duração média dos estágios imaturos em dias (\pm DP), sobrevivência ($\% \pm$ DP) e consumo diário de ninfas de *Raoiella indica* (\pm DP) por duas populações de *Amblyseius largoensis* (Temperatura 27 °C, 60 \pm 10% Umidade Relativa do ar, 12h de fotofase), e informações disponíveis.

Estágio	População ¹									
	Roraima			Reunião			Carrillo <i>et al.</i> (2010)		Galvão <i>et al.</i> (2007)	
	Duração	Sobrevivência	Consumo	Duração	Sobrev. ²	Consumo	Duração	Sobrev. ²	Duração	Sobrev. ²
Ovo	1,4 \pm 0,03 a	100,0 \pm 0,05 a	-	1,5 \pm 0,05 a	97,6 \pm 0,04 a	-	-	-	1,7 \pm 0,02	100,0 \pm 0,00
Larva	1,0 \pm 0,03 a	100,0 \pm 0,05 a	1,9 \pm 0,16 a	1,1 \pm 0,03 a	100,0 \pm 0,02 a	1,8 \pm 1,06 a	1,6 \pm 0,40	97,5	1,0 \pm 0,01	90,6 \pm 3,38
Protoninfa	1,1 \pm 0,02 a	87,2 \pm 0,03 a	2,2 \pm 0,59a	1,1 \pm 0,05 a	94,2 \pm 0,02 a	6,4 \pm 0,66b	2,3 \pm 0,65	90,0	1,1 \pm 0,02	95,1 \pm 2,39
Deutoninfa	1,0 \pm 0,03 a	85,3 \pm 0,03 a	3,7 \pm 0,26a	1,0 \pm 0,02 a	100,0 \pm 0,04 a	5,9 \pm 0,52b	2,0 \pm 0,43	97,0	1,2 \pm 0,02	87,5 \pm 3,75
Ovo-Adulto	4,5 \pm 0,05 a	74,4 \pm 0,05 a	7,8 \pm 0,74a	4,7 \pm 0,03b	91,9 \pm 0,04 a	13,8 \pm 1,70b	5,9 \pm 0,67	85,0	5,0 \pm 0,03	77,6 \pm 4,58

¹Comparações feitas apenas entre as populações de Roraima e da Ilha de Reunião; médias seguidas pelas mesmas letras não são significativamente diferentes ($p > 0.05$). ²Abreviação Sobrevivência.

Tabela 2. Parâmetros biológicos (media \pm DP ou media seguida por intervalos de confiança a 95% para os parâmetros da tabela de vida) para duas populações de *Amblyseius largoensis* alimentadas com ninfas de *Raoiella indica* (Temperatura 27 °C, 60 \pm 1% de Umidade Relativa do ar e 12 h de fotofase), e informações disponíveis na literatura.

Parâmetros biológicos	População*			
	Roraima	Reunião	Carrillo <i>et al.</i> (2010)	Galvão <i>et al.</i> (2007)
Pré-oviposição (dias)	3,2 \pm 0,16 a	1,9 \pm 0,06 b	3,2 \pm 1,74	0,9 \pm 0,01
Oviposição (dias)	20,5 \pm 0,86 b	25,3 \pm 1,40 a	14,1 \pm 8,30	20,4 \pm 0,58
Pós-oviposição (dias)	2,6 \pm 0,05 a	2,1 \pm 0,18 b	-	5,3 \pm 0,63
Longevidade de fêmea (dias)	26,4 \pm 0,71 a	29,8 \pm 1,57 a	23,7 \pm 13,4	26,6 \pm 0,84
Taxa de oviposição diária/fêmea	1,4 \pm 0,05 b	1,7 \pm 0,07 a	1,63 \pm 0,27	1,7 \pm 0,04
Fecundidade/fêmea	36,9 \pm 1,15 b	49,7 \pm 3,73 a	19,96 \pm 14,6	33,2 \pm 1,07
Consumo diário de presa/fêmea	6,2 \pm 0,28b	9,5 \pm 0,51a	-	-
Consumo total de presa/fêmea	161,9 \pm 7,98 b	259,8 \pm 18,31 a	-	-
Razão Sexual	0,75 \pm 0,01 a	0,61 \pm 0,01 a	0,73 \pm 0,19	0,71 \pm 0,01
⁴ T	15,77 (14,82-16,72) a	16,63 (15,70-17,56) a	19,95 \pm 1,55	12,21 (11,81-12,61)
⁴ r _m	0,19 (0,19-0,20) a	0,20 (0,19-0,21) a	0,13 \pm 0,008	0,24 (0,23-0,24)
⁴ R ₀	21,83 (19,53-24,14) b	28,14 (25,14-31,15) a	12,59 \pm 1,46	19,42 (18,33-20,50)
⁴ λ	1,22 (1,21-1,23) a	1,22 (1,21-1,23) a	-	1,27 (1,26-1,28)
⁴ TD (dias)	3,54 (3,39-3,70) a	3,45 (3,31-3,59) a	-	2,85 (2,77-2,93)

*Comparações feitas apenas entre as populações de Roraima e Reunião; médias seguidas de uma mesma letra na linha não diferem estatisticamente; os nove primeiros parâmetros na coluna são comparados pelo teste *t*; os últimos cinco parâmetros da coluna são comparados pelo método de Maia *et al.* (2000). T: tempo médio de uma geração, r_m: taxa intrínseca de crescimento populacional, R₀: Taxa líquida de reprodução, λ : razão finita de aumento populacional e DT: tempo médio em dias para a população dobrar em número.

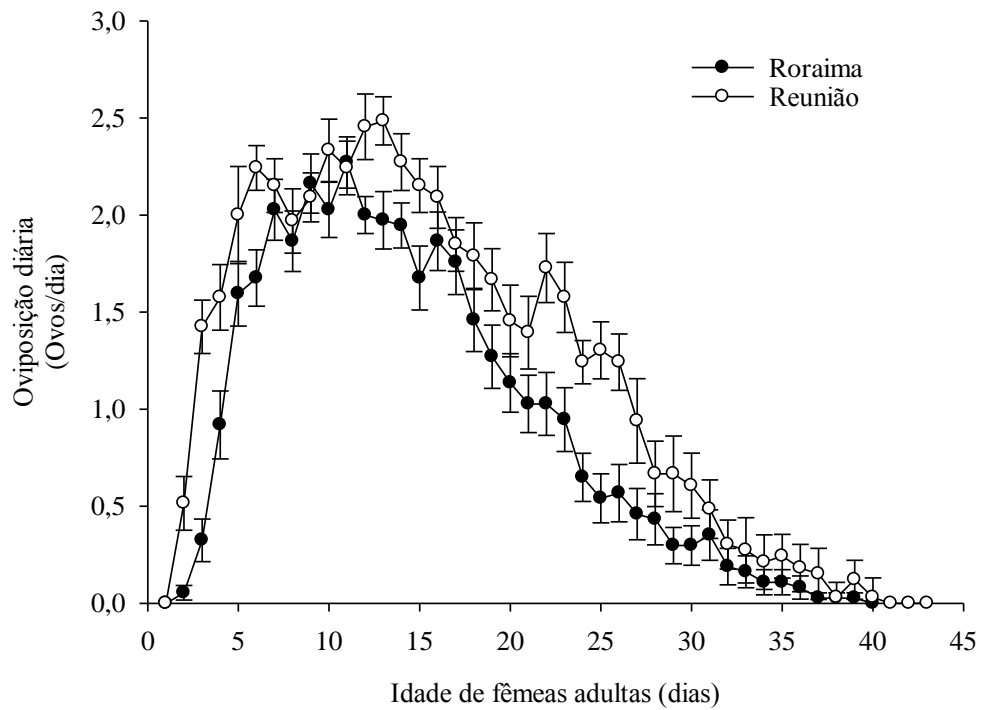


Figura 1. Oviposição diária (média \pm EP) de fêmeas de duas populações de *Amblyseius largoensis* alimentadas com ninfas de *Raoiella indica* (Temperatura 27 °C, 60 \pm 1% Umidade relativa do ar e 12 h de fotofase).

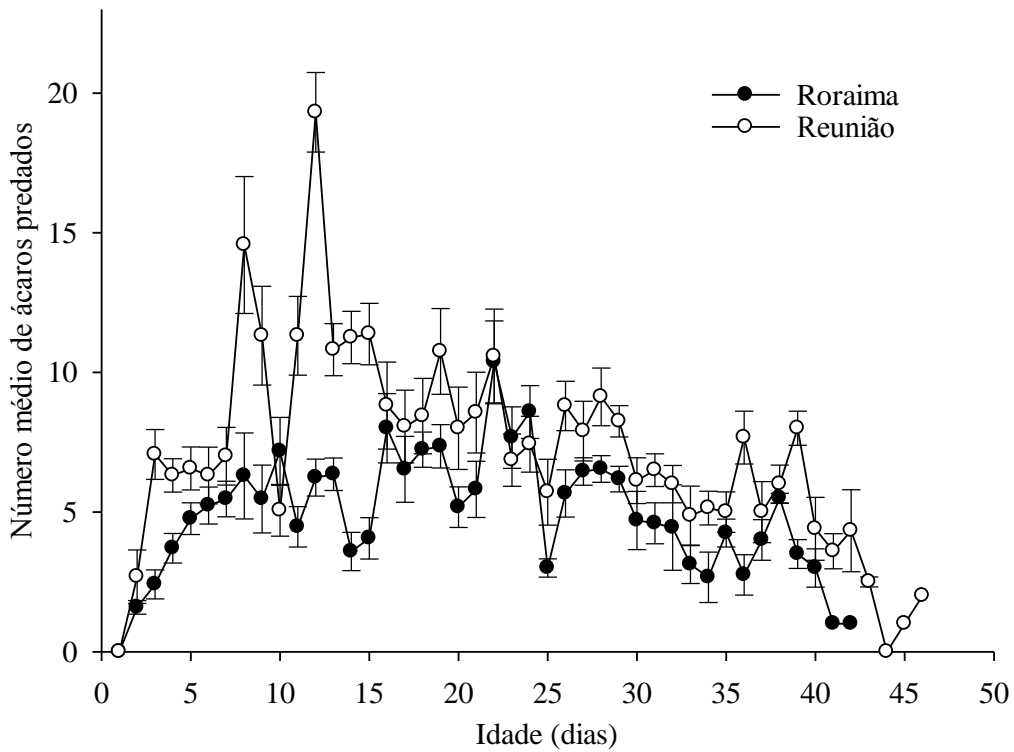


Figura 2. Consumo diário (média ± EP) de ninfas de *Raiella indica* por fêmeas de duas populações de *Amblyseius largoensis* durante os estágios imaturos e adulto (Temperatura 27 °C, 60 ± 1% Umidade relativa do a e 12 h de fotofase).

CAPÍTULO 3

TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS EM VIDEIRA SOBRE ÁCAROS NO SUBMEDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO¹

CLEITON A. DOMINGOS², JOSÉ E. DE M. OLIVEIRA³, MANOEL G. C. GONDIM JR.², HERBERT A.
A. SIQUEIRA²

²Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua
Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

³Embrapa Semiárido, Entomologia, Br 428 Km 152, Caixa Postal 23, 56302-970 Petrolina,
PE, Brasil.

¹Domingos, C.A., J.E.M. Oliveira, M.G.C. Gondim Jr. & H.A.A. Siqueira. Toxicidade de agrotóxicos utilizados em videira sobre ácaros no submedio do vale do são Francisco. International Journal of Acarology.

RESUMO - O Submédio do Vale do São Francisco é a principal região produtora de uvas para consumo *in natura* do Brasil. O clima quente e seco desta região favorece o surto de artrópodes pragas, como *Tetranychus urticae* Koch e *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Punjab), sendo o controle realizado, normalmente, através de aplicações de agrotóxicos. O objetivo deste trabalho é avaliar a toxicidade de diversos agrotóxicos utilizados sobre a videira a ácaros associados a esta cultura, e o efeito de subdosagens sobre o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma. Fêmeas adultas foram pulverizadas em torre de Potter e a mortalidade analisada através de Probit. O comportamento do predador foi avaliado em testes de confinamento e múltipla escolha em arenas tratadas e não tratadas, assim como seu comportamento em relação a pistas de sua presa. Abamectina foi o único acaricida que se mostrou eficiente no controle de *T. urticae*, contudo todos se mostraram tóxicos ao predador. Os inseticidas (imidacloprid, tiametoxam + lambda cialotrina e lambda cialotrina) foram inócuos a *T. urticae* e eficientes no controle de *O. mangiferus*, contudo apresentaram baixa toxicidade ao predador. Os fungicidas não causaram mortalidade aos ácaros. Os produtos avaliados afetaram a capacidade do predador em detectar pistas de presa e causaram mudanças nos parâmetros comportamentais avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis*, Tetranychidae, Phytoseiidae, Manejo Integrado, irritabilidade.

PESTICIDE TOXICITY USED IN VINE ON MITES IN THE SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO VALLEY

ABSTRACT – The Submédio of São Francisco's Valley is the main producing region of grapes for fresh consumption in Brazil. The climatic conditions of this region (hot and dry) favors the outbreak of arthropod pests such as *Tetranychus urticae* Koch and *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Punjab), the control is normally performed through the use of pesticides. The aim of this study was to evaluate the toxicity of commonly used pesticides in grapevines on mites associated with this culture as well as the effect of low dosage on the predator *Euseius citrifolius* Denmark & Muma. Adult females were sprayed in a Potter tower and mortality was subjected to Probit analysis. The predator behavior was evaluated in containment and multiple choice tests in treated and untreated arenas, as well as its behavior relative to slopes of its prey. Abamectin was the only acaricide recommended for the control of *T. urticae* even though it is also toxic to its predator. The insecticides (imidacloprid, tiametoxam + lambda cialotrina e lambda cialotrina) were harmless to *T. urticae* and they are efficient in controlling of *O. mangiferus*, however they demonstrated low toxicity to the predator. Fungicides did not cause mortality to the mites. The evaluated products affected the predator's ability to detect prey slopes and caused changes on the evaluated behavioral parameters.

KEY WORDS: *Vitis*, Tetranychidae, Phytoseiidae, integrated management, behavior

Introdução

O Submédio do Vale do São Francisco vem se destacando como a maior região brasileira produtora de uva (*Vitis vinifera* L.) para consumo *in natura*, com área plantada de aproximadamente 9,5 mil ha em 2013, o que corresponde a 40% da produção nacional e 98% das exportações (IBGE 2013). Diversos artrópodes são monitorados sobre a videira na região (Haji & Alencar 2000), e alguns atingem com frequência o status de praga, dentre eles os ácaros *Tetranychus urticae* Koch, *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Punjab) (Acari: Tetranychidae) e *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) (Domingos *et al.* 2014). Estes ácaros podem ocasionar perdas e diversos danos à cultura (Moraes & Flechtmann 2008), portanto frequentemente é necessária a adoção de medidas de controle (Botton *et al.* 2003, Monteiro *et al.* 2015).

A utilização de agrotóxicos vem sendo o principal método de controle para os ácaros em videira no Submédio do Vale do São Francisco (Haji & Alencar 2000, Oliveira *et al.* 2010). Recentemente, casos de falha de controle em campo vêm sendo registrados na região, devido ao surgimento de populações resistentes a acaricidas (Monteiro *et al.* 2015). Os ácaros podem ser expostos aos agrotóxicos através da pulverização direta, do contato através de superfícies com resíduos, e também do alimento contaminado (Ahmad *et al.* 2003, Huo *et al.* 2004). Contudo, os resíduos dos agrotóxicos continuam atuando sobre os indivíduos sobreviventes no campo, pois os produtos não são degradados rapidamente após a aplicação (Guedes *et al.* 2008). Os efeitos subletais para a população sobrevivente pode ocasionar resistência (van Leeuwen *et al.* 2010), mudanças no comportamento do organismo como repelência e irritabilidade (Davidson 1953, Pothikasikorn *et al.* 2007, Robertson *et al.* 2007, Lima *et al.* 2013a), alterações em parâmetros biológicos (Hamedi *et al.* 2011, Lima *et al.* 2013b), alterações na alimentação/predação (Poletti *et*

al. 2007) e comprometimento no reconhecimento de pistas de seus hospedeiros/presas (Teodoro *et al.* 2009).

Ácaros da família Phytoseiidae desempenham um papel importante na regulação de populações de ácaros fitófagos em diversas culturas (Helle & Sabelis 1985, McMurtry *et al.* 2013). No Brasil, várias espécies de fitoseídeos já foram relatadas sobre videira (Moraes & McMurtry 1983, Johann *et al.* 2009, Ferla *et al.* 2011). Em estudo recente, mostrou-se que *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) é o principal fitoseídeo associado à videira, na região do Submédio do Vale do São Francisco, predando *T. urticae* e *O. mangiferus* (Domingos *et al.* 2014). Trata-se de um fitoseídeo amplamente distribuído na América do Sul, inclusive no Brasil (Moraes *et al.* 2004).

Ácaros do gênero *Euseius* são considerados generalistas, predando ácaros fitófagos de várias famílias (Moraes & McMurtry 1981, McMurtry *et al.* 1992, Gravena *et al.* 1994, Furtado & Moraes 1998, Melo *et al.* 2009), mas a alimentação de pólen constitui parte importante de sua dieta (McMurtry & Croft 1997, McMurtry *et al.* 2013). As espécies do gênero *Euseius* geralmente têm alta capacidade reprodutiva quando se alimentam também de pólen, e aumentam a população muitas vezes em períodos de florescimento da cultura ou das plantas adjacentes (McMurtry *et al.* 2013). Apesar da ação de fitoseídeos predadores generalistas e especialistas em campo, muitas culturas necessitam do uso frequente de agrotóxicos para supressão de populações de ácaros fitófagos em determinados estádios de desenvolvimento da cultura ou época do ano (Malezieux *et al.* 1992).

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de agrotóxicos utilizados na cultura da videira, na região do Submédio do Vale do São Francisco, sobre ácaros e o efeito de doses subletais sobre o comportamento do predador *E. citrifolius*. Esta informação deve ajudar a identificar produtos compatíveis para o manejo de ácaros em videira.

Material e Métodos

Coleta e Manutenção das Populações de Ácaros.

Ácaros fitófagos. Folhas de videira foram coletadas nas variedades Sograone e Itália, nos municípios de Petrolina-PE (09°12'S; 40°29'O) e Juazeiro-BA (09°23'S; 40°20'O), respectivamente, e transportadas para o Laboratório de Acarologia do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em caixas de isopor mantidas sob refrigeração a 10°C. Amostras de ácaros foram montadas em lâminas para microscopia em meio de Hoyer e secas em estufa à 50°C durante sete dias. Em seguida, os ácaros foram observados, utilizando-se um microscópio com contraste de fase marca Olympus (Modelo BX 41), e identificados como *T. urticae* e *O. mangiferus*. Em seguida, foram estabelecidas colônias de cada espécie, em casa-de-vegetação (31,2 ± 5,0°C, UR 71 ± 10 % e fotoperíodo natural), com aproximadamente 1000 indivíduos cada, sobre as variedades Sograone e Itália.

Ácaro Predador. Nas mesmas folhas de onde se obteve os ácaros fitófagos foram coletados e montados, ácaros da família Phytoseiidae, em lâminas para microscopia com meio de Hoyer. Posteriormente, os ácaros foram identificados como *E. citrifolius*. Em seguida, foram coletados aproximadamente 100 ácaros para se estabelecer uma colônia. A unidade de criação foi constituída de uma folha cotiledonar de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L.), papel de filtro, espuma de polietileno de 1 cm de espessura e uma placa de Petri, sobrepostos nesta sequência, todos com 16 cm de diâmetro. A folha de feijão-de-porco foi contornada com algodão hidrófilo, e a placa de Petri umedecida diariamente com água destilada para manter a turgescência da folha. Os fitoseídeos foram confinados na folha e alimentados a cada dois dias com pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) fornecido sobre laminulas de 18 X 18 mm, contendo ≈ 0,002 mg de pólen cada. Além do pólen, foram oferecidos aos predadores folhas de videiras infestadas com *T.*

urticae e *O. mangiferus* como fonte de alimento. Fios de algodão foram colocados sobre uma lamínula como substrato para oviposição e abrigo. A colônia foi mantida em incubadora tipo B.O.D. à $27 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R. $60 \pm 10\%$ e 12 h de fotofase.

Avaliação da Toxicidade.

Agrotóxicos. Os produtos avaliados nos testes de toxicidade foram indicados por produtores locais como àqueles mais utilizados na região. Acaricidas: abamectina (Vertimec 18 CE - Syngenta Proteção de cultivos Ltda, São Paulo, Brasil), diafentiuron (Polo 500 WP - Syngenta proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, Brasil), fenpiroximato (Ortus 50 SC Arysta LifeScience do Brasil Indústria Química e Agropecuária LTDA, São Paulo, Brasil) e clorfenapir (Pirate, Basf S.A., São Paulo, Brasil). Inseticidas: imidacloprid (Provado 200 SC - Bayer S.A., São Paulo, Brasil), lambda cialotrina (KarateZeon - Syngenta proteção de Cultivos LTDA, São Paulo, Brasil) e tiametoxam mais lambda cialotrina (Engeo Pleno - Syngenta Proteção de Cultivos LTDA, São Paulo, Brasil). Fungicidas: tiofanato metílico (Cercobin 700 Wp – IHARABRAS S.A. Indústrias Químicas, São Paulo, Brasil), difenoconazol (Score – Arysta LifeScience do Brasil Indústria Química e Agropecuária LTDA, São Paulo, Brasil) e ciproconazol (Alto 100 – Syngenta Proteção de Cultivos LTDA, São Paulo, Brasil).

Teste Preliminar. Foram confeccionadas arenas semelhantes àquelas utilizadas na criação do predador com folhas de videira para as quais foram transferidos os ácaros. Em seguida, os mesmos foram pulverizados com os produtos, conforme o método N°4 da série de métodos de testes de suscetibilidade do Insecticide Resistance Action Committee (IRAC 2003). As concentrações utilizadas foram preparadas através da diluição dos produtos em fator 10, chegando ao máximo de 100 vezes a dose de campo recomendada pelos fabricantes. Cada placa, contendo 30 fêmeas dos ácaros fitófagos (*T. urticae* ou *O. mangiferus*) ou 18 fêmeas do predador, foram pulverizadas em torre de Potter com um volume de calda de 2 ml (pressão de 10 psi/bar).

Posteriormente, as arenas permaneceram em temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) por 20 minutos para secagem. Finalmente, foram transferidas 10 fêmeas dos ácaros fitófagos (*T. urticae* ou *O. mangiferus*) e 6 fêmeas do predador para novas arenas (não pulverizadas), com 9 cm de diâmetro. Foram instaladas para cada espécie de ácaro três repetições para cada concentração. As arenas foram mantidas em incubadoras a $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12h. As avaliações ocorreram após 24h da pulverização, observando-se o número total de ácaros vivos e mortos. Foram considerados mortos os ácaros que não percorreram pelo menos o comprimento de seu corpo ao serem tocados por um pincel de cerdas finas. Foi determinada, para cada produto, a maior concentração que promoveu a mortalidade de 0% e a menor que provocou 100% de mortalidade dos ácaros. Durante o bioensaio, apenas pólen de mamona foi utilizado como alimento para o ácaro predador, enquanto os fitófagos se alimentavam da própria folha utilizada na confecção das arenas.

Bioensaios de Toxicidade. A partir dos testes preliminares, foram estabelecidas oito a nove concentrações para cada produto, entre aquelas que promoveram a mortalidade de 0 e 100% dos ácaros, com fator de aumento de três vezes a dose anterior. O tratamento controle correspondeu a pulverização das unidades experimentais com água destilada. As aplicações dos agrotóxicos, assim como as avaliações e a confecção das unidades experimentais, foram realizadas de maneira semelhante ao que foi descrito para o teste preliminar. Os bioensaios tiveram três repetições por concentração, incluindo o controle. Todo este procedimento foi repetido duas vezes, em dias diferentes, totalizando 60 ácaros para cada espécie fitófaga e 36 para o predador por concentração.

Análise Estatística. Os dados de mortalidade foram submetidos à análise de Probit (Finney 1971) depois da correção pela mortalidade do controle (Abbott 1925). O programa POLO-PC (LeOraSoftware 1987) foi utilizado para a obtenção das curvas de concentração resposta. A razão

de tolerância (RT) foi obtida dividindo-se a CL_{50} do predador pela CL_{50} das espécies fitófagas, e o intervalo de confiança estimado a partir do método descrito por Robertson & Preisler (1992).

Comportamento de *E. citrifolius* após Contato com Doses Subletais.

Agrotóxicos. Os acaricida; inseticida e fungicida utilizados nos testes de comportamento foram aqueles que apresentaram maior toxicidade ao ácaro predador nos testes anteriores (abamectina, lambda-cialotrina + tiametoxam), com exceção de ciproconazol que foi selecionado por ser um dos fungicidas mais utilizados na região (Tabela 1).

Capacidade de Detecção de Pistas de Presas. Foram preparadas concentrações do acaricida e inseticida a partir das estimativas da CL_{10} . Para o fungicida foi utilizada a dose de campo recomendada pelo fabricante (Tabela 1), por não apresentar efeito letal em testes anteriores. Foram confinadas 30 fêmeas adultas de *E. citrifolius* em arenas semelhantes àquelas utilizadas no teste preliminar de toxicidade e pulverizadas com volume de 2 ml de calda, em torre de Potter (pressão de 10 psi/bar), para cada produto. Para o tratamento controle (testemunha) utilizou-se apenas água destilada. Em seguida, a arena permaneceu em temperatura ambiente por 20 minutos para secagem. Posteriormente, as fêmeas foram transferidas para arenas não tratadas e permaneceram confinadas por duas horas em privação de alimento antes de serem utilizadas nos testes. A unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri de plástico descartável de seis centímetros de diâmetro dividida ao meio, formando dois hemisférios, através de uma marcação com lápis. A mesma foi contornada em todo o perímetro com algodão hidrófilo umedecido em água destilada para evitar a fuga dos ácaros. Um hemisfério foi impregnado com macerado de 100 fêmeas de *T. urticae* em 1 ml de água destilada (pista). A impregnação foi feita com um pincel de cerdas finas (Nº 000). O outro hemisfério foi tratado com água destilada. Após a secagem da placa foi confinado um ácaro e a mesma submetida ao sistema de rastreamento formado por uma câmara de vídeo acoplada a um computador (ViewPoint Life Sciences

Montreal, Canadá). As avaliações foram realizadas durante 10 minutos. A condição ambiental onde se conduziu os testes foi de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e luminosidade artificial (10 Lux). Avaliou-se a capacidade do ácaro em detectar as pistas presente na placa, através do tempo que o predador passou na região tratada (pistas) e não tratada (água). Foram utilizadas dez repetições para cada produto avaliado, mais o teste em branco (apenas água nos dois hemisférios), tendo cada ácaro representado uma repetição. A cada três repetições a arena foi substituída por uma nova. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado.

Bioensaio com chance de escape. A metodologia utilizada neste experimento foi semelhante ao anterior (Capacidade de detecção de pistas de presas), contudo ao invés de tratar um hemisfério com as pistas, o mesmo foi imerso por cinco segundos nas mesmas concentrações utilizadas no experimento anterior (CL₁₀). O outro hemisfério foi imerso em água destilada. O teste em branco foi realizado com a imersão total da placa em água destilada. As fêmeas utilizadas foram retiradas da colônia de criação e mantidas com privação de alimento por duas horas antes de serem utilizadas no teste. Uma fêmea foi liberada no centro da placa, sendo levada ao sistema de rastreamento, formado por uma câmara de vídeo acoplada a um computador (ViewPoint Life Sciences Montreal, Canadá). As avaliações foram realizadas durante 10 minutos. A condição ambiental onde se conduziu os testes foi a mesma do experimento anterior. O parâmetro registrado foi a proporção do tempo total (tempo de caminamento + tempo em repouso) de permanência do indivíduo em cada hemisfério do disco para avaliar a repelência ou a irritabilidade dos agrotóxicos a *E. citrifolius*. A repelência foi observada quando o ácaro não entrou em contato com a região tratada (Lima *et al.* 2013a). Observou-se que o acaricida causou irritabilidade, quando o ácaro permaneceu menos de 50% do tempo total no hemisfério tratado (Cordeiro *et al.* 2010).

Bioensaio sem chance de escape. Toda a metodologia utilizada neste experimento foi semelhante ao anterior, contudo ao invés de tratar apenas um hemisfério com os produtos, toda a placa foi imersa nas concentrações dos agrotóxicos. A testemunha foi constituída pela imersão de toda a placa em água destilada. Os parâmetros registrados foram: distância total percorrida, tempo de caminamento, velocidade média de caminamento e número de paradas do ácaro. Dez repetições foram realizadas para cada produto e, cada ácaro avaliado representou uma repetição. A cada três repetições a arena foi substituída por uma nova. Todo o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado.

Análise Estatística. Os resultados obtidos nos testes de detecção de pistas e nos testes comportamentais sem chance de escape e com chance de escape foram submetidos a MANOVA, complementados com ANOVA e comparados através do teste de Tukey HSD quando necessário, utilizando o procedimento GLM do SAS Institute (2002).

Resultados

Avaliação da toxicidade. Os dados de mortalidade obtidos para os acaricidas/inseticidas, exceto para os fungicidas, se ajustaram ao modelo de Probit. O acaricida abamectina foi mais tóxico para os ácaros, apresentando a menor CL_{50} e CL_{95} para *E. citrifolius* (1,5mg/L e 24mg/L), *T. urticae* (0,007mg/L e 0,13 mg/L) e *O. mangiferus* (0,12mg/L e 1,2 mg/L), enquanto diafentiuon foi menos tóxico, apresentando as maiores CL_{50} e CL_{95} para *E. citrifolius* (469 mg/L e 72.287mg/L), *T. urticae* (43mg/L e 1.641 mg/L) e *O. mangiferus* (34 mg/L e 462 mg/L). As estimativas das razões de tolerância baseados nas CL_{50} mostraram que *E. citrifolius* apresentou maior tolerância, quando comparado com os ácaros fitófagos, a abamectina e diafentiuon (Tabela 2).

O inseticida a base de tiametoxam + lambda cialotrina foi mais tóxico para os ácaros, apresentando a menor CL_{50} e CL_{95} para *E. citrifolius* (17mg/L e 269g/L), *T. urticae* (>200mg/L e

>200mg/L) e *O. mangiferus* (0,05mg/L e 1,45mg/L), enquanto o produto menos tóxico para *E. citrifolius* foi lambda cialotrina e para os fitófagos foi imidacloprid (Tabela 2). O predador apresentou tolerância de 350 e 22 vezes aos produtos tiametoxam + lambda cialotrina e imidacloprid, respectivamente, em comparação a *O. mangiferus*. Os dados de mortalidade dos inseticidas avaliados para *T. urticae* não se ajustaram ao modelo de Probit, mesmo quando utilizado na concentração 100 vezes superior a dose de campo recomendada pelos fabricantes, sendo a mortalidade inferior a 50% da população testada. O mesmo ocorreu para *E. citrifolius* quando tratado com lambda cialotrina (Tabela 2).

Os fungicidas avaliados apresentaram baixa toxicidade aos ácaros, pois concentrações de 100 vezes a dose de campo recomendada pelos fabricantes causaram mortalidades inferiores a 20% da população testada. Portanto, aos dados de mortalidade não se ajustaram ao modelo de Probit.

Comportamento de *E. citrifolius* após Contato com Doses Subletais.

Capacidade de Detecção de Pistas de Presas. O tempo de permanência do predador no hemisfério com pistas da presa foi maior no controle que para os demais tratamentos ($F_{3,39} = 12,34$; $P < 0,0001$). O tempo de permanência do predador no tratamento controle foi maior no hemisfério com pistas ($F_{1,19} = 36,26$; $P < 0,0001$). Ao ser tratado com abamectina e tiametoxam + lambda-cialotrina os ácaros apresentaram resultados semelhantes, passando maior tempo no hemisfério sem a presença da pista ($F_{1,19} = 40,41$; $P < 0,00001$ e $F_{1,19} = 6,34$; $P = 0,0215$, respectivamente). Apenas ciproconazol não apresentou diferença no tempo de permanência do ácaro entre os hemisférios ($P > 0,05$) (Fig. 1).

Bioensaio com Chance de Escape. Nenhuma diferença foi observada entre o tempo de permanência de *E. citrifolius* em cada hemisfério no teste em branco, indicando adequação do procedimento experimental ($P > 0,05$) (Fig. 2). Apenas tiametoxam + lambda-cialotrina e ciproconazol afetaram o comportamento do ácaro, que permaneceu menor tempo na região tratada

($F_{1,17} = 5,68$; $P = 0,0299$ e $F_{1,19} = 38,37$; $P < 0,00001$, respectivamente) (Fig. 2). Todos os produtos avaliados provocaram irritabilidade em *E. citrifolius* (Fig. 2).

Bioensaio sem Chance de Escape. Os parâmetros de caminhamentos apresentados por *E. citrifolius* obtidos no bioensaio diferiram entre os tratamentos ($GL_{num/den} = 12/87$; Wilks' Lambda = $0,16e F = 7,19$; $P < 0,001$). Houve diferença entre os seguintes parâmetros: distância total percorrida ($F_{3,39} = 30,14$; $P < 0,0001$), velocidade de caminhada ($F_{3,39} = 5,64$; $P = 0,0027$), tempo de caminhada ($F_{3,39} = 5,14$; $P = 0,0046$) e número de paradas ($F_{3,39} = 4,19$; $P = 0,0122$). A maior distância percorrida por *E. citrifolius* foi observada quando a arena foi tratada com água e com tiametoxam + lambda-cialotrina. A menor distância total percorrida foi observada no tratamento com ciproconazol (Fig. 3A). Os tratamentos controle, tiametoxam + lambda-cialotrina e abamectina não apresentaram diferença quanto a velocidade média de caminhada, no entanto a velocidade de caminhada de ciproconazol foi menor que o tratamento controle (Fig. 3B). O número de paradas e o tempo de caminhada de *E. citrifolius* para o tratamento controle não diferiu dos demais tratamentos (Fig. 3C-D).

Discussão

Abamectina, bifentrina e carbosulfano são os únicos acaricidas registrados no Brasil para o controle de ácaros na cultura da videira, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Agrofit 2013). Esta reduzida quantidade de acaricidas registrados para a cultura tem dificultado o manejo de ácaros em videira na região do Submédio do Vale do São Francisco. Dentre os acaricidas testados, abamectina foi o único cuja CL_{95} para *T. urticae* (0,13 mg/L) foi inferior a dose de campo recomendada pelo fabricante (18mg/L). Os demais produtos (clorfenapir, fenpiroximato, diafentiuron) apresentaram CL_{95} (124mg/L, 52mg/L, 1641mg/L) superiores as maiores doses recomendadas pelos fabricantes destes produtos (120mg/L, 5mg/L,

400mg/L), respectivamente, para controle de *T. urticae* em outras culturas (Agrofit 2013). Portanto, dentre os acaricidas testados, abamectina é o único que deveria ser recomendado para controle de ácaros em videira na região do Submédio Vale do São Francisco. Contudo, Monteiro *et al.* (2015) alertaram que o acaricida abamectina vem sendo intensamente utilizado na cultura da videira, na região do Submédio do Vale do São Francisco, e sua eficiência tem sido questionada, devido a falhas no controle em campo, relatando a ocorrência de populações resistentes de *T. urticae* a abamectina. Desta forma, em áreas cujas populações de *T. urticae* não apresentam resistência a abamectina, este acaricida pode ser utilizado, pois a dose de campo recomendada pelo fabricante (18mg/L) ainda é inferior a CL₉₅ do predador (24mg/L). A utilização de abamectina em programas de manejo integrado de ácaros é bastante questionada. Alguns consideram abamectina seletivo aos predadores, por apresentar ação translaminar, sendo absorvida pelas plantas em poucas horas após a aplicação (IRAC 2012), enquanto outros a consideram muito tóxica para Phytoseiidae (Ibrahim & Yee 2000, Reis & Sousa 2001, Sato *et al.* 2002, Bostanian & Akalach 2006, Nadimi *et al.* 2009). Apesar de *E. citrifolius* apresentar alta razão de tolerância a abamectina (230) em relação a *T. urticae*, este produto se mostrou relativamente tóxico para o predador.

Os inseticidas avaliados causaram baixa mortalidade a *T. urticae*, pois concentrações de 100 vezes a dose de campo causaram mortalidade inferior a 50% da população testada. Os inseticidas neonicotinoides, como imidacloprid e tiametoxam, são utilizados para o controle de inúmeros insetos-pragas. Portanto, estes neonicotinoides podem afetar organismos não alvo, como ácaros predadores, desencadeando efeitos letais advindos do consumo de presas contaminadas (Pozzebon *et al.* 2011) ou subletais, afetando diversos parâmetros biológicos, como já constatado em *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) (Poletti *et al.* 2007, Argolo *et al.* 2013). Além disso, aplicações de neonicotinoides podem

aumentar, significativamente, a fecundidade de ácaros Tetranychidae (James & Prince 2002, Szczepaniec *et al.* 2011). Portanto, o uso de neonicotinóides pode favorecer surtos de tetraniquídeos em regiões onde esses produtos são amplamente utilizados (Sclar *et al.* 1998, James & Coyle 2001, James & Prince 2002, Szczepaniec *et al.* 2011). É possível, inclusive, que os surtos de *T. urticae* constatados por Monteiro *et al.* (2015), na região do Submédio São Francisco, sejam favorecidos pelo efeito do uso de neonicotinóides em videira na região.

Os fungicidas triazóis (difenoconazol e ciproconazol) e benzimidazol (tiofanato metílico) apresentaram baixa toxicidade a todas as espécies de ácaros testados. Contudo, estudos realizados com produtos do grupo químico benzimidazol apresentaram efeito ovicida, redução na fecundidade e viabilidade de ácaros das famílias Phytoseiidae (Stafford & Fukushima 1970, Nakashima & Croft 1974, Bower *et al.* 1995, Alston & Thomson 2004). Até o momento, os trabalhos realizados com triazóis não verificaram toxicidade a ácaros, e sugere-se que fungicidas desse grupo não apresentem efeitos subletais sobre ácaros fitófagos e predadores (Bostanian *et al.* 1998, Alston & Thomson 2004).

A mudança do comportamento é um dos mecanismos, encontrados por artrópodes, para evitar o contato com agrotóxicos (Lockwood *et al.* 1984, Hoy *et al.* 1998). A irritabilidade é uma mudança no comportamento que caracteriza a resposta comportamental estímulo-dependente, tendo o organismo a habilidade em detectar a substância tóxica, promovendo um efeito irritante, excitando-o a uma resposta de fuga após a percepção do agrotóxico. Na repelência, o organismo se comporta de forma preventiva à exposição à substância tóxica, sem haver o contato prévio com o agrotóxico (Georghiou 1972, Lockwood *et al.* 1984, Cordeiro *et al.* 2010). Os ácaros não possuem olhos ou ocelos e sua orientação se dá basicamente por estímulos físicos e químicos (Moraes & Flechtmann 2008). Os estímulos olfativos relacionados às fontes de alimento são os principais mecanismos adotados pelos inimigos naturais na detecção de suas presas (Hoy &

Smilanick 1981, Sabelis & Afman 1984, Dicke & Sabelis 1988, McMurtry *et al.* 1991, Koveos *et al.* 1995, Melo *et al.* 2011). Esse comportamento é possível devido à presença de quimiorreceptores, nos palpos e tarso do primeiro par de pernas dos Phytoseiidae (Akkerhuis *et al.* 1985). No presente estudo, a exposição direta de *E. citrifolius* aos agrotóxicos promoveu sua maior permanência nas áreas sem a presença da pista presa, demonstrando que sua capacidade de detecção de presas foi afetada. Resultados semelhantes foram encontrados por Teodoro *et al.* (2009) ao avaliar a resposta olfativa de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) após o contato com o acaricida óxido de fembutatina. Modificações nos parâmetros comportamentais de caminamento de ácaros predadores, após a exposição a xenobióticos também já foram relatados, como verificado para *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) exposto aos acaricidas abamectina, azadiractina, carbosulfano, clorfenapir, clorpirifós e fenpiroximato (Lima *et al.* 2013a). Todos os produtos avaliados neste trabalho apresentaram efeitos de irritabilidade ao predador. Resultado semelhante foi observado por Lima *et al.* (2013a), verificando que *N. baraki* ao ser exposto a diversos acaricidas (azadiractina, carbosulfano, clorfenapir, clorpirifós e fenpiroximato) apresentou comportamento de irritabilidade. Esse comportamento, causado pelo contato com os agrotóxicos, faz com que o predador reduza sua exposição a esses produtos, e esse comportamento pode causar a dispersão dos inimigos naturais o que prejudicaria o controle biológico.

O inseticida tiametoxam + lambda cialotrina não causou mortalidade ao predador, e parece não ter provocado mudanças nos parâmetros comportamentais avaliados (distância percorrida, velocidade de caminamento, número de paradas e tempo de caminamento). Estudos realizados em laboratório constataram que lambda cialotrina não provoca redução na mobilidade de fêmeas adultas de *Amblyseius fallacis* (Garman) (Acari: Phytoseiidae) (Provost *et al.* 2003). Contudo, inseticidas podem causar uma redução, significativa, na atividade predatória após determinado

tempo (Croft 1990). Ciproconazol (fungicida) não ocasionou mortalidade significativa a *E. citrifolius*, contudo assim como abamectina, afetou negativamente alguns parâmetros, como a distância total percorrida. A pouca mobilidade apresentada pelo predador após a exposição à abamectina é considerada um comportamento esperado por este estar associada a diminuição da mobilidade, devido a atividade neurotóxica desse produto (Yu 2008).

O impacto dos agrotóxicos na sobrevivência e comportamento de fitoseídeos é um fator crucial em programas de manejo de ácaros. Elevada toxicidade e alterações na capacidade de forrageamento podem resultar em alta mortalidade e predação ineficaz, consequentemente, acarretando uma provável redução no crescimento populacional do predador. Dentre todos os produtos testados neste trabalho, os fungicidas causaram baixa toxicidade ao predador e pouco afetou seu comportamento, contudo todos os acaricidas se mostraram bastante tóxicos a *E. citrifolius*, apesar de alguns se mostrarem mais tóxicos comparativamente a *T. urticae*. Já os inseticidas se mostraram inócuos a *T. urticae* e relativamente tóxicos ao predador. Portanto, os acaricidas, utilizados no manejo de ácaros da videira no Submédio do Vale do São Francisco, se mostraram ineficientes no manejo de *T. urticae*, assim como os inseticidas, sendo necessário novas pesquisas para avaliar a toxicidade de outros produtos que se mostrem eficientes no seu controle e seletivo a um de seus principais predadores que é *E. citrifolius*.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação para a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor, junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE.

Literatura Citada

- Ahmad, M., H.R. Ossiewatsch & T. Basedow. 2003.** Effects of neem treated aphids as food/hosts on their predators and parasitoids. *J. Appl. Entomol.* 127: 458–464.
- Argolo, P.S., N. Banyuls, S. Santiago, O. Mollá, J.A. Jacas & A. Urbaneja. 2013.** Compatibility of *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) with imidacloprid to manage clementine nursery pests. *Crop Prot.* 43: 175–182.
- Akkerhuis, G.J.O., M.W. Sabelis & W.F. Tjallingii. 1985.** Ultrastructure of chemoreceptors on the pedipalps and first tarsi of *Phytoseiulus persimilis*. *Exp. Appl. Acarol.* 1: 235–251.
- Alston, D.G. & S.V. Thomson. 2004.** Effects of fungicide residues on the survival, fecundity, and predation of the mites *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 950–956.
- Bostanian, N.J. & G. Racette. 1997.** Residual toxicity of lambda-cyhalothrin on apple foliage to *Amblyseius fallacis* and the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. *Phytoparasitica* 25: 193–198.
- Bostanian, N.J., H. Thistlewood & G. Racette. 1998.** Effects of five fungicides used in Quebec apple orchards on *Amblyseius fallacis* (Garman) (Phytoseiidae: Acari). *J. Horticult. Sci. Biotechnol.* 73: 527–530.
- Bostanian, N.J. & M. Akalach. 2006.** The effect of indoxacarb and five other insecticides on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), *Amblyseius fallacis* (Acari: Phytoseiidae) and nymph of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Sci.* 62: 334–339.
- Botton, M., E.R. Hickel & S.J. Soria. 2003.** Pragas, p. 82-105. In T.V.M. Fajardo (ed.), *Uva para processamento: fitossanidade*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 132p. (Frutas do Brasil 35).
- Bower, K.N., L.P. Berkett & J.F. Costante. 1995.** Nontarget effect of a fungicide spray program on phytophagous and predacious mite populations in a scab-resistant apple orchard. *Environ. Entomol.* 24: 423–430.
- Cordeiro, E.M.G., A.S. Corrêa, M. Venzon & R.N.C. Guedes. 2010.** Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. *Chemosphere* 81: 1352–1357.
- Croft, B.A. 1990.** Arthropod biological control agents and pesticides. Wiley Interscience, New York.
- Davidson, G. 1953.** Experiments on the effect of residual insecticides in houses against *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus*. *Bull. Entomol. Res.* 44: 231–254.

- Dicke, M. & M.W. Sabelis. 1988.** How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Neth. J. Zool.* 38: 148–165.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, J.E.M. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2014.** Mites on grapevines in northeast Brazil: occurrence, population dynamics and within-plant Distribution. *Int. J. Acarol.* 40: 145–151.
- Ferla, N.J., L. Johann, M. Botton, F. Majolo & C.L. Klock. 2011.** Phytoseiidae mites associated with vineyards in the Rio Grande do Sul State, Brazil. *Zootaxa* 2976: 15–31.
- Furtado, I.P. & G.J. Moraes. 1998.** Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Syst. Appl. Acarol.* 3: 43-48.
- Georghiou, G.P. 1972.** The evolution of resistance to pesticides. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 3: 133-168.
- Gravena, S., I. Benetoli, P.H.R. Moreira & P.T. Yamamoto. 1994.** *Euseius citrifolius* Denmark & Muma predation on citrus leprosis mite *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Phytoseiidae: Tenuipalpidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 23: 209–218.
- Guedes, R.N.C., J.F. Campbell, F.H. Arthur, G.P. Opit, K.Y. Zhu & J.E. Throne. 2008.** Acute lethal and behavioral sublethal responses of two stored-product psocids to surface insecticides. *Pest Manag. Sci.* 64: 1314–1322.
- Haji, F.N.P. & J.A. de Alencar. 2000.** Pragas da videira e alternativas de controle, p. 273-291. In P.C.S. Leão & J.M. Soares (eds.). *A viticultura no semi-árido brasileiro*. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 336p.
- Hamed, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2011.** Sublethal effects of abamectin on the biological performance of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 53: 29–40.
- Hamed, N., Y. Fathipour & M. Saber. 2010.** Sublethal effects of fenpyroximate on life table parameters of the predatory mite *Phytoseius plumifer*. *BioControl* 55: 271–278.
- Helle, W. & M.W. Sabelis. 1985.** *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*, vol. 1B. Elsevier, Amsterdam, 458p.
- Hoy, M.A. & J.M. Smilanick. 1981.** Non-random prey location by the Phytoseiidae predator *Metaseiulus occidentalis*: Differential responses to several spider mites species. *Entomol. Exp. Appl.* 29: 241-253.
- Hoy, C.W., G.P. Head & F.R. Hall. 1998.** Spatial heterogeneity and insect adaptation to toxins. *Ann. Rev. Entomol.* 43: 571–594.

- Huo R.M., H.Q. Cao, G.W. Xu, F. Tang & X.D. Li. 2004.** The integrative toxicity effects of beta-cypermethrin on *Propylea japonica* larvae and *Aphis gossypii* adults. *Acta. Phytophys. Sin.* 31: 96–100.
- Ibrahim, Y.B. & T.S. Yee. 2000.** Influence of sublethal exposure to abamectin on the biological performance of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 1085–1089.
- IRAC. 2012.** Classificação do modo de ação dos inseticidas. Available in: http://www.irac-br.org.br/Arquivos/Folder_Acao.pdf.
- James, D.G. & J. Coyle. 2001.** Which pesticides are safe to beneficial insects and mites? *Agric. Environ. News* 178: 12–14.
- James, D.G. & T.S. Price. 2002.** Fecundity in Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) is Increased by Direct and Systemic Exposure to Imidacloprid. *J. Econ. Entomol.* 95: 72–732.
- Johann, L., C.L. Klock, N.J. Ferla & M. Botton. 2009.** Acarofauna (Acari) associada à videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado do Rio Grande do Sul. *Biociências* 17: 1–19.
- Klock, C.L., L. Johann, M. Botton & N.J. Ferla. 2011.** Mitefauna (Acari) associated to grapevine (*Vitis vinifera* L.: Vitaceae) in Bento Gonçalves and Candiota counties, Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List* 7: 522-536.
- Koveos, D.S., N.A. Kouloussis & G.D. Broufas. 1995.** Olfactory responses of the predatory mite *Amblyseius andersoni* Chant (Acari: Phytoseiidae) to bean plants infested by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *J. Appl. Entomol.* 119: 615–619.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, R.N.C. Guedes, H.A.A. Siqueira, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2013a.** Survival and behavioural response to acaricides of the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. *Exp. Appl. Acarol.* 60: 381-393.
- Lima, D.B., V.B. Monteiro, R.N.C. Guedes, H.A.A. Siqueira, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2013b.** Acaricide toxicity and synergism of fenpyroximate to the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. *BioControl* 58: 595–605.
- Lockwood, J.A., T.C. Sparks & R.N. Story. 1984.** Evolution of insect resistance to insecticides: a reevaluation of the roles of physiology and behavior. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 30: 41–51.
- Malezieux S, L. Lapchin, M. Pralavorio, J.C. Moulin & D. Fournier. 1992.** Toxicity of pesticide residues to a beneficial arthropod, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 85: 2077–2081.
- McMurtry, J.A., G.J. Moraes & H.G. Johnson. 1991.** Arrestment responses of some phytoseiid mites to extracts of *Oligonychus punicae*, *Tetranychus urticae* and pollen. *Israel J. Entomol.* 15: 29-34.

- McMurtry, J.A., G.J. de Moraes & H.G. Johnson. 1992.** Studies of the impact of *Euseius* species (Acari: Phytoseiidae) on citrus mites using predator exclusion and predator release experiments. *Exp. Appl. Acarol.* 15: 233-248.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997.** Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Ann. Rev. Entomol.* 42: 291-321.
- McMurtry, J.A., G.J. de Moraes & N.F. Sourassou. 2013.** Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst. App. Acarol.* 18: 297–320.
- Melo, J.W.S., C.A. Domingos, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. de Moraes. 2009.** Pode *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) preda *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em Coqueiro? *Neotrop. Entomol.* 38: 139-143.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, A. Pallini, J.E.M. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2011.** Olfactory response of predatory mites to vegetative and reproductive parts of coconut palm infested by *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 55: 191–202.
- Monteiro, V.B., M.G.C. Gondim Jr., J.E. M. Oliveira, H.A.A. Siqueira & J.M. Sousa. 2015.** Monitoring *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistance to abamectin in vineyards in the Lower Middle São Francisco Valley. *Crop Prot.* 69: 90-96.
- Moraes, G.J. & J.A. McMurtry. 1981.** Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark and Muma) (Acarina - Phytoseiidae). *Hilgardia* 49: 1-29.
- Moraes, G.J. & J.A. McMurtry. 1983.** Phytoseiid mites (Acarina) of northeastern Brazil with descriptions of four new species. *Int. J. Acarol.* 9: 131-148.
- Moraes, G.J., J.A. McMurtry, H.A. Denmark & C.B. Campos. 2004.** A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434: 1-494.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 308 p.
- Nadimi A, K. Kamali, M. Arbabi & F. Abdoli. 2009.** Selectivity of three miticides to spider mite predator, *Phytoseius plumifer* (Acari: Phytoseiidae) under laboratory conditions. *Agric. Sci. China* 8: 326–331.
- Nakashima, M.J. & B.A. Croft. 1974.** Toxicity of benomyl to the life stages of *Amblyseius fallacis*. *J. Econ. Entomol.* 67: 675-677.
- Oliveira, J.E.M., B.A.J. Paranhos & A.N. Moreira. 2010.** Pragas. In. Leão, P.C.S & J.M. Soares. Cultivo da videira. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira_2ed/index.html>. Acesso em: 25 nov.2015.

- Park, J.J., M. Kim, J.H. Lee, K.I. Shin, S.E. Lee, J.G. Kim & K. Cho. 2011.** Sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on two predatory mite species, *Neoseiulus womersleyi* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 54: 243–259
- Poletti, M., A.H.N. Maia & C. Omoto. 2007.** Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biol. Control* 40: 30–36.
- Poletti, M., L.P. Collette & C. Omoto. 2008.** Compatibilidade de Agrotóxicos com os Ácaros Predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay* 3: 1-14.
- Pothikasikorn, J., H. Overgaard, C. Ketavan, S. Visetson, M.J. Bangs & T. Chareonviriyaphap. 2007.** Behavioral responses of malariavectors, *Anopheles minimus* complex, to three classes of agrochemicals in Thailand. *J. Med. Entomol.* 44: 1032-1039.
- Pozzebon, A., C. Duso, P. Tirello & P.B. Ortiz. 2011.** Toxicity of thiamethoxam to *Tetranychus urticae* Koch and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae) through different routes of exposure. *Pest. Manag. Sci.* 67: 352–359.
- Reis, P.R. & E.O. Sousa. 2001.** Seletividade de chlorfenapyr e fenbutatin-oxide sobre duas espécies de ácaros predadores. *Rev. Bras. Frutic.* 23: 584-588.
- Robertson, J.L. & H.K. Preisler. 1992.** Pesticide bioassays with arthropods. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. 127p.
- Robertson, J.L., N.E. Savin, H.K. Preisler & R.M. Russell. 2007.** Bioassays with Arthropods, Second Edition. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. 224p.
- Sabelis, M.W. & B.P. Afman. 1984.** Synomone-induced suppression of take-off in the phytoseiid mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Exp. Appl. Acarol.* 18: 711-721.
- Sato, M.E., M. da Silva, L.R. Gonçalves, M.F. de Souza Filho & A. Raga. 2002.** Toxicidade Diferencial de Agroquímicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Morangueiro. *Neotrop. Entomol.* 31: 449-456.
- Sato, M.E., M.Z. da Silva, A. Raga, K.G. Cangani, B. Veronez & R.L. Nicastro. 2011.** Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. *Phytoparasitica* 39: 437–445.
- Szczepaniec, A., S.F. Creary, K.L. Laskowski, J.P. Nyrop, M.J. Raupp. 2011.** Neonicotinoid insecticide imidacloprid causes outbreaks of spider mites on elm trees in urban landscapes. *PLoS ONE* 6: 1-10.

- Sclar, D.C., D. Gerace & W.S. Cranshaw. 1998.** Observations of population increases and injury by spider mites (Acari: Tetranychidae) on ornamental plants treated with imidacloprid. *J. Econ. Entomol.* 91: 250-255.
- Silva, M.Z. & C.A.L. Oliveira. 2007.** Toxicidade de alguns agrotóxicos recomendados na citricultura sobre *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Rev. Bras. Frutic.* 29: 85-90.
- Stafford, E.M. & G. Fukushima. 1970.** Tests of benzomyl for control of Pacific spider mites on grapevines. *J. Econ. Entomol.* 63: 308-310.
- Teodoro A.V., A. Pallini & C. Oliveira. 2009.** Sub-lethal effects of fenbutatin oxide on prey location by the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 47: 293-299.
- van Leeuwen T., J. Vontas, A. Tsagkarakou, W. Dermauw & L. Tirry. 2010.** Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect. Biochem. Mol. Biol.* 40: 563–572.
- Yu, S.J. 2008.** The mode of action of insecticides, p. 115-142. In S.J. Yu (ed.), *The Toxicology and Biochemistry of Insecticides*. Boca Raton, CRC Press, 276p.

Tabela 1. Produtos comerciais, grupo químico, ingrediente ativo e concentração no produto comercial, classificação dos produtos no Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) e concentração utilizada nos bioensaios de comportamento.

Produto comercial	Grupo Químico	Ingrediente ativo	Concentração ¹	Modo de ação ²	Concentrações utilizadas I.A. (mg/L)
Vertimec 18 CE	Avermectina	abamectina	18	Ativadores de canais de cloro (grupo 6)	0,18 ³
Engeo Pleno	Piretroide	lambda-Cialotrina	106	Moduladores de canais de sódio (grupo 3)	1,62 ³
	Neonicotinoide	tiametoxam	141	Agonistas de receptores nicotínicos da acetilcolina (grupo 4)	2,16 ³
Alto 100	Triazóis	ciproconazol	100	Inibidor da biossíntese dos esteróis	0,20 ⁴

¹Concentração em gramas do ingrediente ativo por litro de formulação comercial; ²Modo de ação apresentado pelos produtos utilizados; ³CL₁₀ dos produtos de acordo com os resultados toxicológicos; ⁴Dose de campo de ciproconazol recomendado pelo fabricante.

Tabela 2. Toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados em videiras no Submédio do Vale do São Francisco aos ácaros *T. urticae*, *O. mangiferus* e *E. citrifolius* (Temp. $27 \pm 1^\circ\text{C}$, $80 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12h.).

Agrotóxico		N ¹	χ^2 (GL) ³	Inclinação \pm EP ⁴	CL ₅₀ ⁵	RT (IC 95%) ⁶	RT (IC 95%) ⁷	CL ₉₅ ⁵
Abamectina	<i>E. citrifolius</i>	324	6,1 (6)	$1,37 \pm 0,14$	1,54 (1,01- 2,40)	230 (148-357)	13,21 (8,2 – 21,2)	24,35 (12,3 – 69,4)
	<i>T. urticae</i>	540	3,6 (6)	$1,63 \pm 0,20$	0,007(0,005 - 0,011)	---	---	0,13 (0,1 – 0,3)
	<i>O. mangiferus</i>	540	3,6 (6)	$1,62 \pm 0,19$	0,12 (0,08 - 0,16)	---	---	1,20 (0,8 – 2,2)
Clorfenapir	<i>E. citrifolius</i>	324	8,5 (6)	$1,62 \pm 0,16$	5,74 (3,57 - 9,24)	1,07 (0,7 – 1,7)	0,72 (0,5 – 1,1)	59 (30 – 176)
	<i>T. urticae</i>	460	8,2 (6)	$1,20 \pm 0,09$	5,33 (3,53 - 8,07)	---	---	124 (63 – 330)
	<i>O. mangiferus</i>	540	8,2 (6)	$1,20 \pm 0,09$	8,00 (5,30 - 12,12)	---	---	186 (95 – 495)
Fenpiroximato	<i>E. citrifolius</i>	324	10,9 (6)	$0,99 \pm 0,10$	10,10 (3,7 – 32,2)	5,31 (3,2 – 8,9)	0,93 (0,5 – 1,7)	486 (105 – 201723)
	<i>T. urticae</i>	490	4,1 (6)	$1,14 \pm 0,08$	1,90 (1,42 – 2,5)	---	---	52 (32 – 100)
	<i>O. mangiferus</i>	540	8,4 (6)	$0,82 \pm 0,07$	10,82 (6,19 – 21,4)	---	---	1082 (320 – 7821)
Diafentiuron	<i>E. citrifolius</i>	324	3,5 (6)	$0,75 \pm 0,151$	469 (227 – 1425)	10,78 (4,4 – 26,5)	34,54 (14,1 – 84,5)	72287 (11677 – 4130338)
	<i>T. urticae</i>	435	14,0 (6)	$1,04 \pm 0,08$	43,5 (24,2 – 83,9)	---	---	1641 (577 – 9918)
	<i>O. mangiferus</i>	540	8,3 (6)	$1,07 \pm 0,08$	13,6 (8,7 – 21,3)	---	---	462 (220 – 1374)
Imidacloprid	<i>E. citrifolius</i>	324	8,7 (6)	$0,93 \pm 0,096$	37,5 (19,7 – 75,8)	---	22 (10,8 – 42,9)	2166 (682 – 16494)
	<i>T. urticae</i>	435	---	---	>5000	---	---	>5000
	<i>O. mangiferus</i>	540	6,4 (6)	$0,72 \pm 0,074$	1,74 (0,8 – 3,2)	---	---	329 (132 – 1385)
Tiametoxam + Lambda cialotrina	<i>E. citrifolius</i>	324	13,0 (6)	$1,39 \pm 0,15$	17,85 (9,0 – 36,8)	---	350 (174–703)	269 (101 – 2096)
	<i>T. urticae</i>	435	---	---	>2000	---	---	>2000
	<i>O. mangiferus</i>	540	3,0 (6)	$1,17 \pm 0,10$	0,05 (0,01 – 0,1)	---	---	1,45 (0,6 – 22,8)
Lambda cialotrina	<i>E. citrifolius</i>	324	---	---	>3250	---	---	>3250
	<i>T. urticae</i>	435	---	---	>3250	---	---	>3250
	<i>O. mangiferus</i>	540	3,0 (6)	$1,17 \pm 0,10$	0,07 (0,05 - 0,1)	---	---	1,74 (1,1 – 3,3)
Tiofanato metílico	<i>E. citrifolius</i>	324	---	---	>49000 ⁸	---	---	>49000
	<i>T. urticae</i>	435	---	---	>49000	---	---	>49000
	<i>O. mangiferus</i>	540	---	---	>49000	---	---	>49000
Difenoconazol	<i>E. citrifolius</i>	324	---	---	>3000	---	---	>3000
	<i>T. urticae</i>	435	---	---	>3000	---	---	>3000
	<i>O. mangiferus</i>	540	---	---	>3000	---	---	>3000
Ciproconazol	<i>E. citrifolius</i>	324	---	---	>2000	---	---	>2000
	<i>T. urticae</i>	435	---	---	>2000	---	---	>2000
	<i>O. mangiferus</i>	540	---	---	>2000	---	---	>2000

¹Número total de ácaros usados nos bioensaios; ²Valor χ^2 ($p > 0,05$); ³Graus de liberdade; ⁴Erro padrão da média; ⁵Concentração em mg/L; ⁶Razão de Tolerância (IC 95%) calculado através do método de Robertson & Preisler (1992) referente ao *T. urticae*. ⁷Razão de Tolerância (IC 95%) calculado através do método de Robertson & Preisler (1992) referente ao *O. mangiferus*. ⁸Dose máxima utilizada (100x dose de campo mg/L).

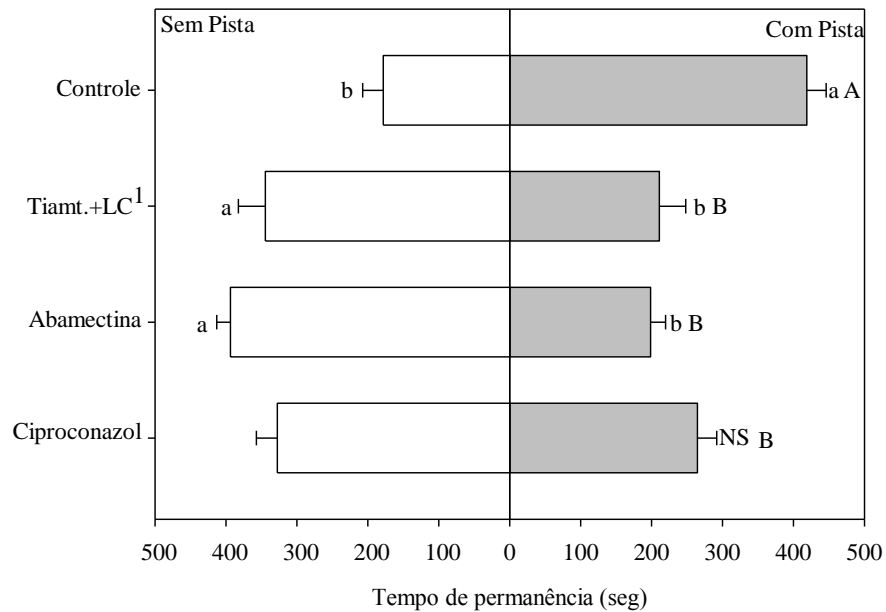


Figura 1. Tempo médio gasto por *Euseius citrifolius* exposto a diferentes agrotóxicos nos hemisférios das arenas com e sem pistas de *T. urticae*. Barras com letras maiúsculas indicam diferenças entre os tratamentos com e sem presença de pistas; barras com letras minúsculas indicam diferença entre os campos com e sem pistas no tratamento pelo teste de Tukey HSD test ($P > 0.05$). Barras com asterisco indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre os campos com e sem infoquímico no mesmo tratamento pelo teste de Tukey HSD test ($P > 0.05$).

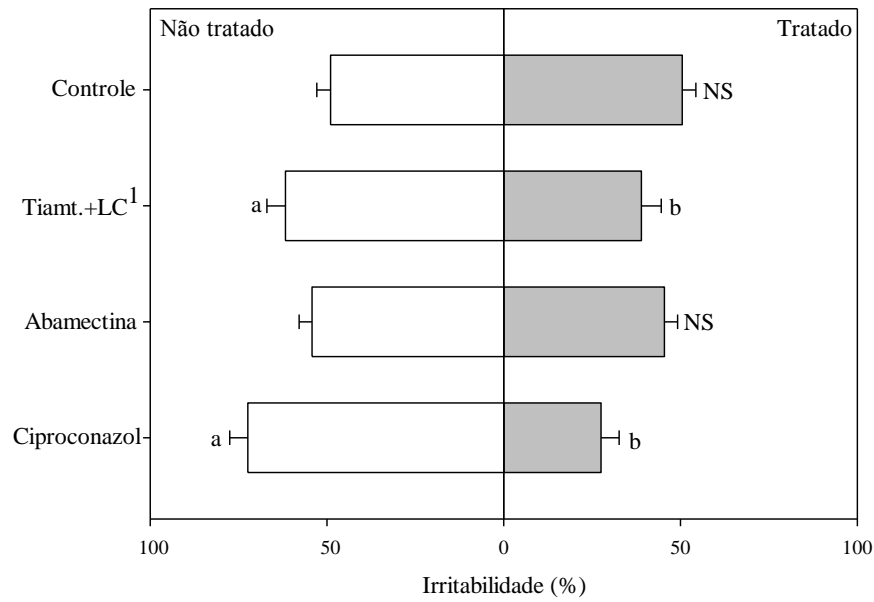


Figura 2. Irritabilidade de *Euseius citrifolius* quando exposto a superfície tratada com agrotóxicos por 10 min, em bioensaio com chance de escape. Barras com asteriscos indicam que não houve diferença significativa entre os hemisférios tratados e não tratados pelo teste de Tukey HSD test ($P > 0.05$). Barras com letras minúsculas indicam diferenças estatisticamente significativas entre a área tratada e não tratada no tratamento pelo teste de Tukey HSD test ($P > 0.05$).

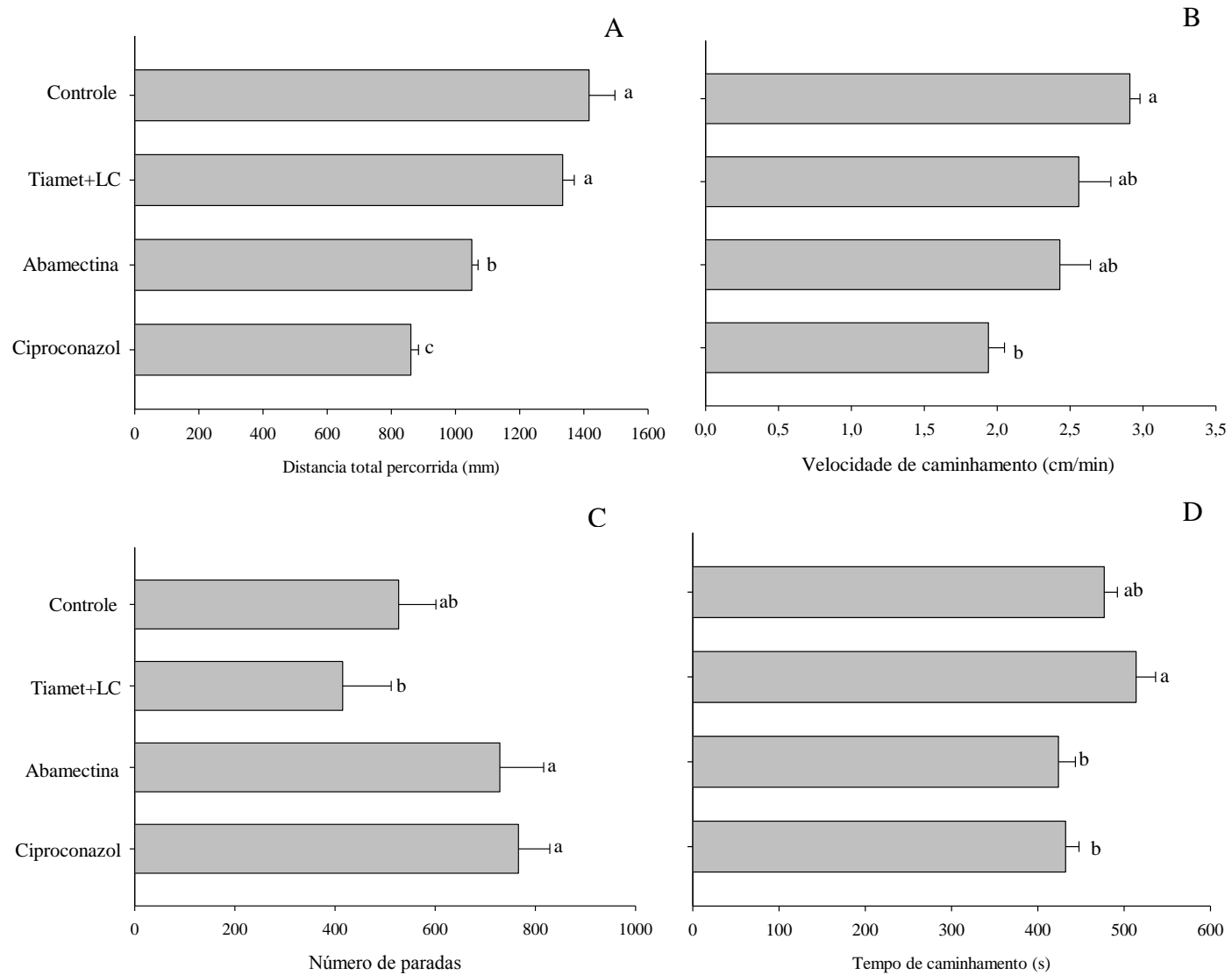


Figura 03. Distância total percorrida (A), velocidade de caminhamento (B), número de paradas (C) e tempo de caminhamento (D) de *Euseius citrifolius* em bioensaio sem chance de escape. Barras com a mesma letra não diferem significativamente de acordo com teste de Tukey HSD ($P > 0,05$).