

PISTAS QUIMIOSSENSORIAIS DE PREDADORES E CONCORRENTES  
INFLUENCIANDO NA BUSCA POR REFÚGIO NO FRUTO PELO ÁCARO DO COQUEIRO

*Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE)

por

ÉRICA COSTA CALVET

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

RESUMO

Os organismos são adaptados para reconhecer pistas ambientais que podem fornecer informações sobre risco de predação ou competição. Os ácaros eriofiídeos não-vagrantes evitam a predação utilizando principalmente habitat de difícil acesso para os predadores (galha, minas ou espaços confinados nas plantas), como a região meristemática do coco, habitada pelos ácaros fitófagos *Aceria guerreronis* e *Steneotarsonemus concavuscutum*. O objetivo deste estudo foi investigar a resposta de *A. guerreronis* às pistas dos predadores *Neoseiulus baraki* e *Amblyseius largoensis* em frutos de coco, pistas de coespecíficos (*A. guerreronis* sacrificado) e pistas do fitófago *S. concavuscutum*. O ensaio foi realizado liberando cerca de 300 indivíduos de *A. guerreronis* em um fruto previamente tratados com pistas de predadores ou fitófagos coespecífico ou heteroespecífico. Para cada tratamento, foram feitas 20 repetições. Observamos também o caminamento de *A. guerreronis* mediado por pistas químicas no equipamento de filmagem Viewpoint por 10min. A infestação de frutos por *A. guerreronis* foi maior na presença de pistas de predadores e reduzida na presença de pistas de *S. concavuscutum*, as pistas de coespecífico sacrificado não interferiram no processo de infestação. Além disso, as pistas testadas também alteraram os parâmetros de caminamento de *A. guerreronis*. Ele caminhou mais em resposta a

pistas de predadores e ao fitófago heteroespecífico. Além disso, *A. guerreronis* teve mais tempo em atividade nos tratamentos com pistas em comparação com o tratamento de controle. Esses resultados sugerem que *A. guerreronis* reconhece pistas de predadores e concorrentes modificando seu comportamento para aumentar seu fitness.

**PALAVRAS-CHAVE:** Risco de predação, competição, infestação, comportamento antipredação.

CHEMOSENSORY CUES OF PREDATORS AND COMPETITORS INFLUENCE SEARCH  
FOR REFUGE IN FRUIT BY THE COCONUT MITE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI:  
ERIOPHYIDAE)

by

ÉRICA COSTA CALVET

(Under the Direction of Professor Manoel Guedes Correa Gondim Jr. – UFRPE)

ABSTRACT

Organisms are adapted to recognize environmental cues that can provide information about predation risk or competition. Non-vagrant eriophyoid mites mainly avoid predation by using habitats that are difficult for predators to access (galls or confined spaces in plants) such as the meristematic region of the coconut fruit, which is inhabited by the phytophagous mites *Aceria guerreronis* and *Steneotarsonemus concavuscutum*. The objective of this study was to investigate the response of *A. guerreronis* to cues from the predators *Neoseiulus baraki* and *Amblyseius largoensis* in coconut fruits, cues from conspecifics (*A. guerreronis* injured) and cues from the phytophage *S. concavuscutum*. The test was carried out through the release about 300 *A. guerreronis* on coconut fruits previously treated with cues from predators, conspecific or heterospecific phytophagous. We also observed the walking behaviour of *A. guerreronis* exposed to the same chemical cues using a video tracking system. The infestation of fruits by *A. guerreronis* was greater in the presence of predator cues and reduced in the presence of *S. concavuscutum* cues, but cues from injured conspecifics did not interfere in the infestation process. In addition, the cues tests also altered the walking parameters of *A. guerreronis*; it walked more in response to cues from

predators and the heterospecific phytophage. *Aceria guerreronis* had more time in activity in the treatments with clues in comparison with the control treatment. These results suggest that *A. guerreronis* recognizes cues from predators and competitors cues and modifies its behaviour to increase its fitness.

**KEY WORDS:** Risk of predation, competition, colonization, antipredation behavior.

PISTAS QUIMIOSSENSORIAIS DE PREDADORES E CONCORRENTES  
INFLUENCIANDO NA BUSCA POR REFÚGIO NO FRUTO PELO ÁCARO DO COQUEIRO  
*Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE)

por

ÉRICA COSTA CALVET

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

RECIFE - PE

Fevereiro – 2018

PISTAS QUIMIOSSENSORIAIS DE PREDADORES E CONCORRENTES  
INFLUENCIANDO NA BUSCA POR REFÚGIO NO FRUTO PELO ÁCARO DO COQUEIRO  
*Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE)

por

ÉRICA COSTA CALVET

Comitê de Orientação:

Manoel Guedes Correa Gondim Jr. – UFRPE

Debora Barbosa de Lima - UFRPE

PISTAS QUIMIOSSENSORIAIS DE PREDADORES E CONCORRENTES  
INFLUENCIANDO NA BUSCA POR REFÚGIO NO FRUTO PELO ÁCARO DO COQUEIRO  
*Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE)

por

ÉRICA COSTA CALVET

Orientador: \_\_\_\_\_  
Manoel Guedes Correa Gondim Jr. – UFRPE

Examinadores: \_\_\_\_\_  
José Wagner da Silva Melo – UFC

\_\_\_\_\_  
Reginaldo Barros - UFRPE

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao o Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola (PPGEA).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da bolsa.

Ao meu orientador Manoel Guedes Correa Gondim Jr. e a minha co-orientadora Debora Barbosa de Lima por todos os ensinamentos.

À minha família, Pai, irmãs e meu sobrinho por todo apoio.

Aos amigos que estão longe geograficamente e aos que fiz durante esta jornada.



## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS ..... viii

### CAPÍTULOS

1	INTRODUÇÃO .....	1
	LITERATURA CITADA.....	6
2	PISTAS QUIMIOSSENSORIAIS DE PREDADORES E CONCORRENTES INFLUENCIANDO NA BUSCA POR REFÚGIO NO FRUTO PELO ÁCARO DO COQUEIRO <i>Aceria guerreronis</i> KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE).....	12
	RESUMO .....	13
	ABSTRACT .....	14
	INTRODUÇÃO .....	15
	MATERIAL E MÉTODOS .....	18
	RESULTADOS.....	21
	DISCUSSÃO.....	22
	LITERATURA CITADA.....	25
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma monocotiledônea da família Arecaceae amplamente cultivada no mundo. Registros feitos por povos antigos remontam à existência do coqueiro na Ásia há mais de 3.000 anos (Fuller 2007), seu possível centro de origem (Persley 1992, Lebrun *et al.* 1998, Gunn *et al.* 2011). No continente Asiático, é encontrado a maior variedade morfológica da espécie e onde a cultura tem estimável valor econômico e cultural (Gunn *et al.* 2011). A ampla dispersão desta planta pelo litoral dos vários continentes é atribuída, principalmente, a ação antrópica devido a intensa atividade mercantil dos navegadores (Chan & Elevitch 2006, Ribeiro *et al.* 2010, Gunn *et al.* 2011). Outra teoria da dispersão desta planta envolve à capacidade de suas sementes se deslocarem através das águas oceânicas, contudo não é descartada a dependência de interferência humana no estabelecimento da planta devido a correntes marítimas (Harries 1978). O coqueiro apresenta enorme adaptação aos ambientes costeiros, sendo encontrado em mais de 200 países (Foale & Harries 2009), inserindo-se historicamente no cotidiano de vários povos do litoral.

A cocoicultura é bastante versátil abrangendo várias áreas do mercado hortícola. O coco insere-se na alimentação humana através de uma gama de produtos que vão desde o comércio *in natura* até água e copra beneficiada. Ocupa também o mercado de processamento das fibras, utilizando diferentes partes da planta para artesanato, tapetes, bancos de carros, extração de óleo, farinhas, além da madeira utilizada na ornamentação e construção civil (Castilhos 2011, Orwa *et al.* 2009).

Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação relatam que 80% da área plantada de coqueiro no mundo localizam-se na Ásia, ocupando como primeiro lugar no ranque mundial a Indonésia (FAO 2011). O Brasil detém a quarta posição mundial e o primeiro lugar na América do Sul, responsável por 80% da produção de coco do Continente americano, e dentro do país, a região Nordeste é responsável por aproximadamente 76% da produção nacional (LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 2017).

Dentre as pragas que incidem no coqueiro, os ácaros se destacam por reduzirem drasticamente a produtividade da cultura e serem de difícil controle (Ferreira & Michereff 2002, Lima *et al.* 2012, Rezende *et al.* 2016, Silva *et al.* 2016). No Brasil, já foram relatados diversos eriofídeos, como *Aceria guerreronis* Keifer, *Amrineus cocofolius* Flechtmann, *Notostrix nasutiformes* Gondim Jr., Moraes & Flechtmann; tarsonemídeos, como *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. e *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006) e tenuipalpídeos, como *Raoiella indica* Hirst (Navia *et al.* 2011). Dentre estes ácaros, *A. guerreronis* é a espécie mais frequente e abundante em associação com frutos do coqueiro no Brasil (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008).

*Aceria guerreronis* é encontrado em áreas de cultivo no mundo todo, causando danos intensos em frutos, sendo considerada uma das principais pragas do coqueiro em vários países da América, África e parte da Ásia (Navia *et al.* 2013). Este ácaro foi descrito por Keifer em 1965 a partir de frutos oriundos da região de Guerreiro no México (Keifer 1965), embora relatos de suas injúrias já houvessem sido notados anteriormente em 1948 na Colômbia (Zuluaga & Sanchez 1971) e em 1940 no Brasil (Bondar 1940). *Aceria guerreronis* é um ácaro de corpo vermiforme, cor branco amarelado, e as fêmeas medem cerca de 205-225 µm de comprimento e 36-52 µm de largura (Keifer 1965). Este ácaro coloniza os frutos do coqueiro, especificamente a região meristemática coberta pelas brácteas, e denominada de perianto. Neste local, o ácaro se desenvolve, causando alterações na epiderme do fruto (Howard & Rodriguez 1991, Moore & Howard 1996). Os danos são reconhecidos por lesões cloróticas de formato triangular, próximas as brácteas, que posteriormente tornam-se maiores e necróticas (Haq *et al.* 2002). A maioria dos frutos infestados aborta ou apresenta deformações, resinose, redução do tamanho, peso de copra e volume de albúmen líquido (Rezende *et al.* 2016).

As perdas causadas por *A. guerreronis* variam em função do produto a ser comercializado, variedade da planta, região geográfica, dentre outros fatores. No Brasil, esta perda foi estimada em até 70% para a variedade anão-verde destinada a comercialização do fruto *in natura* (Rezende *et al.* 2016). O abortamento de frutos pode chegar a 30%, com perdas de até 60% da produção em outros países (Moore 2000, Rethinam *et al.* 2003, Wickramananda *et al.* 2007).

A sobrevivência e reprodução de *A. guerreronis* no coqueiro dependem da sua habilidade de encontrar seu nicho que é a região meristemática dos frutos ou flecha. O processo de especialização em um determinado hospedeiro confere mudanças morfológicas, fisiológicas e comportamentais (Jaenike 1990). *Aceria guerreronis* está associado apenas a palmeiras, sendo o coqueiro seu único hospedeiro natural conhecido (Flechtmann 1998, Santana & Flechtmann 1998, Gondim Jr. *et al.* 2001, Navia & Flechtmann 2002), contudo em condições altamente favoráveis, como em casa de vegetação (baixa pressão de inimigos naturais, temperatura e umidade relativa do ar elevadas), já foi encontrado associado a *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Ansaloni & Perring 2004) e *Syagrus weddelliana* (H.Wendl.) Becc. (Flechtmann 1989).

A especialização em um hospedeiro pode aumentar as chances de sucesso nas interações de competição por recurso, entretanto, não impede que outros ácaros heteroespecíficos também se especializem e tornem-se potenciais competidores. Nesse caso, as espécies podem coexistir através de um evento conhecido como partição de nicho, onde os concorrentes podem coevoluir para utilizar recursos não sobrepostos, diminuindo a competição direta e favorecendo a coexistência das espécies concorrentes (Finke & Snyder 2008). Este fato é observado entre *A. guerreronis* e *S. concavuscutum*, pois ambos colonizam a região meristemática do fruto, logo competem por um mesmo recurso. Portanto, o reconhecimento do heteroespecífico torna-se relevante para sobrevivência de *A. guerreronis*. Estudos com insetos sociais demonstram diferentes comportamentos no reconhecimento do heteroespecífico, de forma que colônias de *Apis mellifera*

L., sem rainha, não aceitam a introdução de uma rainha de outra espécie, como *Apis cerana* F. Contudo, quando ocorre a introdução de uma rainha de *A. mellifera* em uma colônia órfã de *A. cerana*, esta é aceita pelas operárias (Tan *et al.* 2010). O reconhecimento do coespecífico para o encontro sexual se dá, entre outros fatores, por emissão de feromônios, onde essa identificação é essencial na manutenção das espécies no campo. Machos de *Spodoptera littoralis*, por exemplo, conseguem discriminar os feromônios sexuais emitidos por fêmeas de *Spodoptera litura* (F.) do seu coespecífico, e quando eventualmente ocorre o acasalamento entre fêmeas de *S. littoralis* com machos de *S. litura* houve efeito negativo sobre a longevidade de fêmeas, oviposição e incubação de ovos (Saveer *et al.* 2014).

O reconhecimento de organismos heteroespecíficos, além de diminuir efeitos por competição, é crucial para detecção de organismos potencialmente predadores, visto que a predação interfere diretamente na dinâmica populacional da praga e em sua distribuição (Lemos *et al.* 2010). A sobrevivência da presa depende da detecção do predador antes do ataque, e isso é possível pelo reconhecimento de pistas diretas (mecanossensoriais) e indiretas (quimiossensoriais) deixadas pelo predador. Pistas diretas são aquelas provenientes diretamente da ação do predador, como exúvia, excreções, ovos, marcação de feromônios, entre outros (Nolte *et al.* 1994, Dial & Schwenk 1996, Hoffmeister & Roitberg 1997, Grostal & Dicke 2000). O predador também pode ser detectado através de pistas indiretas, que não são produzidas diretamente por ele, mas devido a presença de feromônios de alarme, injúrias, morte de um coespecífico, e possivelmente pela morte de um heteroespecífico (Chivers & Smith 1998, Huryñ & Chivers 1999). Em decorrência da presa detectar as pistas do predador são observadas diversas respostas antipredação, como alterações comportamentais de diminuição da taxa de acasalamento e alterações fisiológicas, afetando o *fitness* da presa (Beckerman *et al.* 2007).

Respostas antipredação podem ser constatadas como alterações dos níveis de nitrogênio excretados por gafanhotos, e diminui a assimilação dos nutrientes, implicando em menor conversão energética e diminuição da taxa de acasalamento (Hawlena & Schmitz 2010). Em ácaros, o comportamento antipredação pode ser expresso por uma redução na taxa de oviposição, menor deposição de espermatóforo e maior produção de teias, servindo de proteção contra predadores (Choh *et al.* 2010, Lemos *et al.* 2010, Michalska 2016). Também existem respostas diretas ao risco de predação, tais como defesas por produção de substâncias urticantes, visto em besouros bombardeios (Arndt *et al.* 2015), compostos tóxicos não palatáveis, em lagartas que se alimentam de nicotina (Kumar *et al.* 2014), mimetismo com mudança de coloração e morfologia (Lindstedt *et al.* 2011, De Bona *et al.* 2015). Entretanto, ainda não foram relatadas respostas diretas ao risco de predação em ácaros.

Existem relatos de diversos ácaros predadores associados a *A. guerreronis*, em especial ácaros das famílias Phytoseiidae, Melicharidae e Ascidae (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Estudos apontam que os ácaros predadores encontrados com maior frequência são *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot), *Neoseiulus paspalivorus* (De Leon), *Amblyseius largoensis* (Muma) (Phytoseiidae), *Bdella distincta* (Bake & Balogh) (Bdellidae), *Proctolaelaps bickleyi* Bram e *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. (Melicharidae) (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, 2008, Reis *et al.* 2008, Melo *et al.* 2011, Lima *et al.* 2012). Os ácaros predadores da família Phytoseiidae são classificados por seus hábitos alimentares e de forrageio, segundo McMurtry *et al.* (2013), sendo *N. baraki* e *N. paspalivorus* considerados ácaros generalistas (subtipo III-d) que vivem em habitat confinado em monocotiledôneas, enquanto *A. largoensis* é um generalista (subtipo III-b) habitante de folhas sem tricomas. *Amblyseius largoensis* é um predador encontrado externamente no fruto e nos folíolos do coqueiro, com potencial de predação para *A. guerreronis* (Melo *et al.* 2014). As espécies de *Neoseiulus* são caracterizadas morfológicamente por apresentar

o corpo achatado e pernas relativamente curtas, com comprimento de aproximadamente 350 a 370  $\mu\text{m}$  (Moraes *et al.* 2004). Estas espécies são interessantes no controle de *A. guerreronis*, pois suas dimensões, sobretudo altura ( $\sim 50\mu\text{m}$ ) permitem o acesso ao perianto dos frutos com aproximadamente três meses de idade quando a distância entre as brácteas e a superfície do fruto são de aproximadamente 60  $\mu\text{m}$  (Lima *et al.* 2012, Da Silva *et al.* 2016).

Os predadores do gênero *Neoseiulus* encontrados no perianto se apresentam como promissores para o controle de *A. guerreronis*, embora as limitações físicas de tamanho ainda sejam um desafio para obter melhores resultado em campo, pois ocorre uma assíncronia espaço temporal entre presa e predador no perianto dos frutos, o que dificulta ou impossibilita manter em baixo nível os danos causados por *A. guerreronis* (Galvão *et al.* 2011).

O objetivo deste estudo é investigar respostas de *A. guerreronis* ao risco de predação devido a presença de pistas de *N. baraki* e *A. largoensis* em frutos de coqueiro, e também por pistas de coespecíficos mortos por simulação do ataque de predadores. Adicionalmente, a resposta de *A. guerreronis* a pistas de *S. concavuscutum* foi investigada com o objetivo de verificar possíveis mudanças no comportamento do eriofiídeo como resposta a competição heteroespecífica.

### Literatura Citada

- Ansaloni, T. & T.M. Perring. 2004.** Biology of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) on queen palm, *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). *Int. J. Acarol.* 30: 63-70.
- Arndt, E.M., W. Moore, W.K. Lee & C. Ortiz. 2015.** Mechanistic origins of bombardier beetle (Brachinini) explosion-induced defensive spray pulsation. *Science* 348: 563-567.
- Beckerman, A.P., K. Wieski & D.J. Baird. 2007.** Behavioural versus physiological mediation of life history under predation risk. *Oecologia* 152: 335-343.
- Bondar, G. 1940.** Insetos nocivos e moléstias do coqueiro (*Cocos nucifera*) no Brasil. Salvador, Tipografia Naval, 160p.

- Castilhos, L.F. de F. 2011.** Aproveitamento da fibra de coco. Paraná, TECPAR, 21p. (Dossiê Técnico).
- Chan, E. & C.R. Elevitch. 2006.** *Cocos nucifera* (coconut). Species profiles for Pacific Island Agroforestry. Disponível em: <http://www.traditionaltree.org>. Acesso em 19/05/2016.
- Chivers, D.P. & R.J.F. Smith. 1998.** Chemical alarm signaling in aquatic predator-prey systems: a review and prospectus. *Ecoscience* 5: 338-52.
- Choh, Y., M. Uefune & J. Takabayashi. 2010.** Predation-related odours reduce oviposition in a herbivorous mite. *Exp. Appl. Acarol.* 50: 1-8.
- Da Silva, F.R., G.J. Moraes, I. Lesna, Y. Sato, C. Vasquez, R. Hanna & A. Janssen 2016.** Size of predatory mites and refuge entrance determine success of biological control of the coconut mite. *BioControl* 61: 681-689.
- De Bona, S., J.K. Valkonen, A. López-Sepulcre & J. Mappes. 2015.** Predator mimicry, not conspicuousness, explains the efficacy of butterfly eyespots. *Proc. R. Soc. B, Biol. sci.* 282: 2015-202.
- Dial, B.E. & K. Schwenk. 1996.** Olfaction and predator detection in *Coleonyx brevis* (Squamata, Eublepharidae), with comments on the functional significance of buccal pulsing in geckos. *J. Exp. Zool.* 276: 415-424.
- FAO, Food Agriculture Organization. 2011.** World Production. Disponível em: [www.faostat.org](http://www.faostat.org). Acesso em: 09/maio. 2016.
- Ferreira, J.M.S. & M. Michereff Filho. 2002.** Produção integrada de coco: práticas fitossanitárias. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 107p. (Documentos 71).
- Finke, D.L. & W.E. Snyder. 2008.** Niche partitioning increases resource exploitation by diverse communities. *Science* 321: 1488-1490.
- Flechtmann, C.H.W. 1989.** *Cocos weddelliana* H. Wendl. (Palmae: Arecaceae), a new host plant for *Eriophyes guerreronis* (Keifer, 1965) (Acari: Eriophyidae) in Brazil. *Int. J. Acarol.* 15: 241.
- Flechtmann, C.H.W. 1998.** Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brasil. IV. Description of two new species in the family Eriophyidae. *Int. J. Acarol.* 24: 113-117.
- Foale, M. & H. Harries. 2009.** Farm and forestry production and marketing profile for coconut (*Cocos nucifera*). Hawaii, Permanent Agriculture Resources (PAR), 24p.
- Fuller, D. 2007.** Non-human genetics, agricultural origins and historical linguistics in South Asia, p. 393-443. In M.D. Petraglia & B. Allchin (eds.), *The evolution and history of human populations in South Asia*. Dordrecht, Springer, 461p.



- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes & J.W.S. Melo. 2011.** Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 54: 373-384.
- Grostal, P. & M. Dicke. 2000.** Recognizing one's enemies: a functional approach to risk assessment by prey. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 47: 258-64.
- Gunn, B.F., L. Baudouin & K.M. Olsen. 2011.** Independent origins of cultivated coconut (*Cocos nucifera* L.) in the old world tropics. *Plos One* 6: 21143.
- Haq, M.A., K. Sumangala & N. Ramani. 2002.** Coconut mite invasion, injury and distribution, p. 41-49. In L.C.P. Fernando, G.J. Moraes & I.R. Wickramananda (eds.), *Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (Aceria guerreronis)*. Sri Lanka, Coconut Research Institute, 117p.
- Harries, H.C. 1978.** The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. *Bot. Rev.* 44: 265-319.
- Hawlena, D. & O.J. Schmitz. 2010.** Herbivore physiological response to predation risk and implications for ecosystem nutrient dynamics. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107: 15503-15507.
- Hoffmeister, T.S. & B.D. Roitberg. 1997.** Counterespionage in an insect herbivore-parasitoid system. *Naturwissenschaften* 84: 117-119.
- Howard, F.W. & E.A. Rodriguez. 1991.** Tightness of the perianth of coconuts in relation to infestation by coconut mite. *Fla. Entomol.* 74: 358-361.
- Huryn, A.D. & D.P. Chivers. 1999.** Contrasting behavioural responses by detritivorous and predatory mayflies to chemicals released by injured conspecifics and their predators. *J. Chem. Ecol.* 25: 2729-2740.
- Jaenike, J. 1990.** Host specialization in phytophagous insects. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 21: 243-273.
- Keifer, H.H. 1965.** Eriophyid studies B-14. Sacramento, California Department of Agriculture, Bureau of Entomology, 20 p.
- Kumar, P., S.S. Pandit, A. Steppuhn & I.T. Baldwin. 2014.** Natural history-driven, plant-mediated RNAi-based study reveals CYP6B46's role in a nicotine-mediated antipredator herbivore defense. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111: 1245-1252.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2007.** Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis* fine scale distribution and association with other mites under the perianth. *Biol. Control* 43: 102-110.

- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hana & 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.
- Lebrun, P., L. Grivet & L. Baudoin. 1998.** Dissemination et domestication du cocotier a la lumie`re des marqueurs RFLP. Plant. Rech. Dev. 5: 233-245.
- Lemos, F., R.A. Sarmiento, A. Pallini, C.R. Dias, M.W. Sabelis & A. Janssen. 2010.** Spider mite web mediates anti-predator behaviour. Exp. Appl. Acarol. 52: 1-10.
- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2017.** Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 81p.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. Moraes. 2012.** Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis* Keifer. Exp. Appl. Acarol. 56: 233-246.
- Lindstedt, C., H. Eager, E. Ihalainen, A. Kahilainen, M. Stevens & J. Mappes. 2011.** Direction and strength of selection by predators for the color of the aposematic wood tiger moth. Behav. Ecol. 22: 580-587.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. Syst. Appl. Acarol. 11: 195-203.
- McMurtry, J.A., G.J. 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. Appl. Acarol. 55: 191-202.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, M.W. Sabelis, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2014.** Host finding behaviour of the coconut mite *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 64: 445-454.
- Michalska, K. 2016.** The effect of predation risk on spermatophore deposition rate of the eriophyoid mite, *Aculops allotrichus*. Exp. Appl. Acarol. 68: 145-154.
- Moore, D. 2000.** Non-chemical control of *Aceria guerreronis* on coconuts. Bio. News Infor. 21: 83-87.
- 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. Amsterdam, Elsevier. 790p.

- Moraes, G.J., P.C. Lopes & L.C.P. Fernando. 2004.** Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) of coconut growing areas in Sri Lanka, with descriptions of three new species. *J. Acarol. Soc. Jpn.* 13: 141-160.
- Navia, D. & C.H.W. Flechtmann. 2002.** Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil: VI. New genera and new species of Eriophyidae and Phytoptidae (Prostigmata: Eriophyoidea). *Int. J. Acarol.* 28: 121-146.
- Navia, D., G.J. Moraes, A.C. Lofego & C.H.W. Flechtmann. 2005.** Acarofauna associada a frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L) de algumas localidades das Américas. *Neotrop. Entomol.* 34: 349-354.
- Navia, D., M.G.C. Gondim Jr., N.S. Aratchige & G.J. Moraes. 2013.** A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. *Exp. Appl. Acarol.* 59: 67-94.
- 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.
- Nolte, D.L., J.R. Mason, G. Epple, E. Aronov & D.L. Campbell. 1994.** Why are predator urines aversive to prey? *J. Chem. Ecol.* 20: 1505-1516.
- Orwa, C.; A. Mutua, R. Kindt; R. Jamnadass & S. Anthony. 2009.** *Cocos nucifera* (L). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya. Disponível em: [http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Cocos\\_nucifera.PDF](http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Cocos_nucifera.PDF).
- Persley, G.J. 1992.** Replanting the tree of life: towards an international agenda for coconut palm research. Wallingford, CAB, 156p.
- Reis, A.C., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hanna, P. Schausberger, L.M. Lawson-Balagbo & R. Barros. 2008.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) and associated predators on coconut fruits in Northeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 37: 457-462.
- Rethinam, P., H.P. Singh, H. Vijayakumar & R. Gopalakrishnan. 2003.** Eriophyid mite in coconut. India, Coconut Development Board, 146p.
- Rezende, D., J.W.S. Melo, J.E. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2016.** Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. *Exp. Appl. Acarol.* 69: 297-310.
- Ribeiro, F.E., L. Baudouin, P. Lebrun, L.J. Chaves, C. Brondani, M.E. Zucchi & R. Vencovsky. 2010.** Population structures of Brazilian tall coconut (*Cocos nucifera* L.) by microsatellite markers. *Genet. Mol. Bio.* 33: 696-702.

- Santana, D.L.Q. & C.H.W. Flechtmann. 1998.** Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil. I. Present status and new records. *Rev. Bras. Zool.* 15:959-963.
- Saveer, A.M., P.G. Becher, G. Birgersson, B.S. Hansson, P. Witzgall & M. Bengtsson. 2014.** Mate recognition and reproductive isolation in the sibling species *Spodoptera littoralis* and *Spodoptera litura*. *Fron. Ecol. Evol.* 2: 1-7.
- Silva, V.F., G.V. França, J.W.S. Melo, R.N.C. Guedes & M.G.C. Gondim Jr. 2016.** Targeting hidden pests: acaricides against the coconut mite *Aceria guerreronis*. *J. Pest. Sci.* 90: 207-215.
- Tan, K., Z.W. Wang, M. Yang, R. Hepburn & S. Radloff. 2010.** Nestmate recognition differences between honeybee colonies of *Apis cerana* and *Apis mellifera*. *J. Insect. Behav.* 23: 381-388.
- Wickramananda, I.R., T.S.G. Peiris, M.T. Fernando, L.C.P. Fernando & S. Edgington. 2007.** Impact of the coconut mite (*Aceria guerreronis* Keifer) on the coconut industry in Sri Lanka. *Cord.* 23: 1-16.
- Zuluaga, C.I. & P. Sanchez. 1971.** La roña o escoriación de los frutos del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Colombia. *Acta Agron.* 21: 133-139.

## CAPÍTULO 2

### PISTAS QUIMIOSSENSORIAIS DE PREDADORES E CONCORRENTES INFLUENCIANDO NA BUSCA POR REFÚGIO EM FRUTO PELO ÁCARO DO COQUEIRO

*Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE)<sup>1</sup>

ÉRICA C. CALVET

Departamento de Agronomia – Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av.

Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

---

<sup>1</sup>Calvet, E.C., D.B. Lima, J.W.S. Melo & M.G.C. Gondim Jr. Chemosensory cues of predators and competitors influence search for refuge in fruit by the coconut mite *Aceria guerreronis* Keifer. Aceito por Experimental Applied Acarology.

RESUMO - Os organismos são adaptados para reconhecer pistas ambientais que podem fornecer informações sobre risco de predação ou competição. Os ácaros eriofídeos não-vagrantes evitam a predação utilizando principalmente habitat de difícil acesso para os predadores (galhas, eríneas,

minas ou espaços confinados nas plantas), como a região meristemática do coco, habitada pelos ácaros fitófagos *Aceria guerreronis* e *Steneotarsonemus concavuscutum*. O objetivo deste estudo foi investigar a resposta de *A. guerreronis* às pistas dos predadores *Neoseiulus baraki* e *Amblyseius largoensis* em frutos de coco, pistas de coespecíficos (*A. guerreronis* sacrificado) e pistas do fitófago *S. concavuscutum*. O teste foi realizado liberando cerca de 300 indivíduos de *A. guerreronis* em um fruto previamente tratado com pistas de predadores ou fitófago coespecífico ou heteroespecífico. Para cada tratamento, foram feitas 20 repetições. Observou-se também o caminhamento de *A. guerreronis* mediado por pistas químicas no equipamento de filmagem Viewpoint por 10min. A infestação de frutos por *A. guerreronis* foi maior na presença de pistas de predadores e reduzida na presença de pistas de *S. concavuscutum* e as pistas de coespecífico sacrificado não interferiram no processo de infestação. Além disso, as pistas testadas também alteraram os parâmetros de caminhamento de *A. guerreronis*. Ele caminhou mais em resposta a pistas de predadores e ao fitófago heteroespecífico. Além disso, *A. guerreronis* teve mais tempo em atividade nos tratamentos com pistas em comparação com o tratamento de controle. Esses resultados sugerem que *A. guerreronis* reconhece pistas de predadores e concorrentes modificando seu comportamento para aumentar seu *fitness*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Risco de predação, competição, infestação, comportamento antipredação

CHEMOSENSORY CUES OF PREDATORS AND COMPETITORS INFLUENCE SEARCH  
FOR REFUGE IN FRUIT BY THE COCONUT MITE *Aceria guerreronis* Keifer

ABSTRACT – Organisms are adapted to recognize environmental cues that can provide information about predation risk or competition. Non-vagrant eriophyoid mites mainly avoid predation by using habitats that are difficult for predators to access (galls or confined spaces in plants) such as the meristematic region of the coconut fruit, which is inhabited by the phytophagous mites *Aceria guerreronis* and *Steneotarsonemus concavuscutum*. The objective of this study was to investigate the response of *A. guerreronis* to cues from the predators *Neoseiulus baraki* and *Amblyseius largoensis* in coconut fruits, cues from conspecifics (*A. guerreronis* injured) and cues from the phytophage *S. concavuscutum*. The test was carried out through the release about 300 *A. guerreronis* on coconut fruits previously treated with cues from predators, conspecific or heterospecific phytophagous. We also observed the walking behaviour of *A. guerreronis* exposed to the same chemical cues using a video tracking system. The infestation of fruits by *A. guerreronis* was greater in the presence of predator cues and reduced in the presence of *S. concavuscutum* cues, but cues from injured conspecifics did not interfere in the infestation process. In addition, the cues tests also altered the walking parameters of *A. guerreronis*; it walked more in response to cues from predators and the heterospecific phytophage. *Aceria guerreronis* had more time in activity in the treatments with clues in comparison with the control treatment. These results suggest that *A. guerreronis* recognizes cues from predators and competitors cues and modifies its behaviour to increase its fitness.

KEY WORDS: Risk of predation, competition, colonization, antipredation behavior

## Introdução

Os artrópodes interagem entre si e são adaptados a obter informações sobre seu habitat (Dicke & Grostal 2001, Price *et al.* 2011). Tais interações são mediadas por pistas físicas e químicas deixadas no ambiente (Matthews & Matthews 2009). Informações sobre disponibilidade de alimento e parceiros, bem como a presença de concorrentes heteroespecíficos e inimigos naturais são importantes para a sobrevivência do indivíduo (Janssen *et al.* 1999, van Maanen *et al.* 2015, Bruijn *et al.* 2016). Os resultados da obtenção dessas informações são mudanças comportamentais, ecológicas e alterações na dinâmica populacional dos artrópodes (Krebs & Davies 1987, Abrams 2000).

As pistas produzidas por indivíduos coespecíficos e heteroespecíficos podem provocar alterações comportamentais em espécies que compartilham o mesmo habitat (James & McClintock 2017). As pistas deixadas por indivíduos coespecíficos podem induzir a agregação (Berryman 2003), proporcionando aumento da densidade populacional e facilidade na exploração de recursos (Goodsman *et al.* 2016), além de ações antipredação (James & McClintock 2017). Por outro lado, em situações de recurso limitado, a alta densidade populacional pode provocar competição pelos mesmos recursos, induzindo dispersão, e conseqüentemente a busca por novos locais para exploração (Agarwala *et al.* 2003).

A interação entre predador e presa depende da localização entre os envolvidos. A capacidade de reconhecimento das pistas quimiossensorial ou mecanosensorial deixadas no ambiente são fundamentais para a detecção da presa pelo inimigo natural, influenciando no resultado desta interação através de respostas antipredação (Abrams 2000). Portanto, as presas precisam adaptar-se para evitar a predação através de alterações morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais (Havel 1987, Sih 1987, Kats & Dill 1998, Tollrian & Harvell 1999, Soutar & Fullard 2004, Montserrat *et al.* 2007, Chivers *et al.* 2008, Corcoran *et al.* 2009).



As pistas físicas e químicas do risco de predação podem ser a postura e odor do predador, pistas pela dieta e as pistas produzidas pela presa estressada ou sacrificada mecanicamente (Nolte *et al.* 1994, Dial & Schwenk 1996, Hoffmeister & Roitberg 1997, Chivers & Smith 1998, Huryñ & Chivers 1999, Grostal & Dicke 2000, Mitchell *et al.* 2017).

Estudos que envolvem comportamentos antipredatórios em Eriophyoidea são escassos (Michalska *et al.* 2010). Um dos poucos estudos desenvolvidos com eriofídeos demonstra a diminuição da deposição de espermátforo pelo macho de *Aculops allotrichus* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae) em arenas com pistas do ácaro predador *Ambyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) (Michalska 2016). Contudo, a forma mais comum de ácaros eriofídeos evitarem a predação é habitando galhas, érneas ou espaços confinados em plantas, locais de difícil acesso aos predadores (Sabelis & Bruim 1996). Além disso, os eriofídeos podem secretar cera e tecer teia como forma de se protegerem dos predadores (Manson & Gerson 1996). Um exemplo de habitat de difícil acesso para predadores é a região meristemática dos frutos de coqueiro (parte do fruto coberta pelas brácteas florais) (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lima *et al.* 2012; Melo *et al.* 2015, Da Silva *et al.* 2016).

A região meristemática do fruto do coqueiro é um local de difícil acesso, pois o espaço entre a extremidade das brácteas florais e a superfície do fruto varia aproximadamente de 20 a 80 µm, dependendo de fatores como idade de fruto e da ausência ou presença de necrose causada por ácaros (Aratchige *et al.* 2007, Lima *et al.* 2012, Da Silva *et al.* 2016). Os ácaros fitófagos que colonizam mais frequentemente a região meristemática do fruto do coqueiro no Brasil são: *Aceria guerreronis* Keifer, *Steneotarsonemus furcatus* (De Leon) (Gondim Jr. *et al.* 2001, Lawson-Balagbo *et al.* 2008) e *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego e Gondim Jr. (Lofego & Gondim Jr. 2006), causando dano ao fruto (Rezende *et al.* 2016). Neste mesmo habitat são encontrados ácaros predadores associados a *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Lima *et al.* 2012, Melo

*et al.* 2015), dentre os quais se destaca *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot), considerado um ácaro generalista (subtipo III-d) que vive em habitat confinado em monocotiledôneas (McMurtry *et al.* 2013). Este predador é achatado dorsoventralmente e tem pernas curtas, o que facilita a colonização da região meristemática de frutos do coqueiro ainda jovens (~3 meses de idade) (Lima *et al.* 2012). Por outro lado, o predador generalista *Amblyseius largoensis* (Muma) (subtipo III-b) habitante de folhas sem tricomas (McMurtry *et al.* 2013), parece ter também um importante papel no controle de *A. guerreronis* (Melo *et al.* 2015), apesar de possuir o idiossoma globoso e não acessar o perianto. Ainda não há informações sobre a detecção de pistas destes predadores e de outros ácaros por *A. guerreronis*. É interessante ressaltar que é possível obter respostas antipredação distintas em função da espécie do predador (Grostal & Dicke 2000, Fernandez-Ferrari & Schausberger 2013), como observado por Dias *et al.* (2016) ao estudar a resposta antipredação de *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae) a pistas de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Phytoseiulus longipes* Evans.

No presente estudo, testamos a hipótese de que as pistas quimiossensoriais de predadores e/ou concorrentes influenciam a procura de refúgio no fruto por *A. guerreronis*. Nós investigamos a resposta de *A. guerreronis* aos riscos de predação indicados pela presença de pistas de *N. baraki* (subtipo III-d) e *A. largoensis* (subtipo III-b generalista) em frutos de coco. Devido à sua morfologia, *A. largoensis* parece estar menos adaptado do que a *N. baraki* para acessar o refúgio usado por *A. guerreronis*, então esperamos que as pistas de *N. baraki* resultassem em mudanças mais fortes do comportamento do que pistas de *A. largoensis*. Nós também investigamos a resposta de *A. guerreronis* a indícios de coespecífico sacrificado pelo ataque simulado de predadores. Essas pistas podem representar um indício confiável de predação e resultar em mudanças comportamentais. A resposta de *A. guerreronis* às pistas de *S. concavuscutum* foi investigada para determinar as possíveis mudanças em resposta à competição com o heteroespecífico. Além disso, avaliamos o

efeito de pistas deixadas pelos predadores (*N. baraki* e *A. largoensis*), coespecífico sacrificado (*A. guerreronis*) ou competidor heteroespecífico (*S. concavuscutum*) sobre o comportamento de caminhamento de *A. guerreronis*.

## **Materiais e métodos**

**Coleta e Obtenção de Frutos e Ácaros Fitófagos.** Frutos sem infestação de ácaros foram coletados no campus da UFRPE (8°01'S, 34°56'O) em coqueiros da variedade anão-verde, cujos cachos não apresentavam lesões por ácaros, sendo considerados não infestados. Para confirmar a ausência de ácaros nos frutos, 10% dos frutos foram checados (10 frutos) em microscópio estereoscópico conforme metodologia de Melo *et al.* (2011). Os ácaros fitófagos foram obtidos de frutos infestados com *A. guerreronis* ou *S. concavuscutum* em coqueiros da variedade anão-verde coletados na Ilha de Itamaracá, PE, Brasil (07°46'S, 34°52'O). Todos os frutos (com e sem infestação) tinham aproximadamente três meses de idade (3 meses após a fecundação). Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e transferidos para o Laboratório de Acarologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e armazenados para serem utilizados por até 5 dias ( $27 \pm 1^\circ\text{C}$ , U.R.  $80 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12 h).

**Coleta e Criação dos Ácaros Predadores.** *Neoseiulus baraki* foi coletado em frutos de coqueiro oriundos da Ilha de Itamaracá (07°46'S, 34°52'O), enquanto *A. largoensis* foi coletado de folíolos de coqueiro na UFRPE (8°01'S, 34°56'O). Unidades de criação foram estabelecidas em arenas constituídas de bandeja plástica (16 cm de diâmetro), espuma de polietileno de 1 cm de espessura e PVC preto, todos com 15 cm de diâmetro. A borda do PVC foi circundada com algodão hidrofílico e água destilada foi adicionada periodicamente para evitar a fuga dos ácaros. A colônia de *N. baraki* foi alimentada três vezes por semana a partir de fragmentos da região meristemática de frutos infestados com *A. guerreronis*, enquanto a colônia de *A. largoensis* foi alimentada com pólen de

*Ricinus communis* L., mel a 10% e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Ambas as colônias foram mantidas a  $27 \pm 1,0$  °C,  $80 \pm 10\%$  U.R. e fotoperíodo de 12h no Laboratório de Acarologia da UFRPE.

**Unidade Experimental.** Uma unidade experimental foi confeccionada baseada na metodologia descrita por Silva *et al.* (2016), onde frutos de coqueiro de 3 meses de idade e com suas respectivas espiguetas foram utilizados. Os frutos não possuíam infestação por ácaros fitófagos (os frutos foram escolhidos de acordo com os critérios descritos acima). Para confecção desta unidade uma base de gesso foi moldada em um copo plástico descartável de 200 ml de capacidade preenchido com 100 ml de gesso dissolvido em água. Antes da secagem do gesso foi introduzido 2 cm da base de um prego de 6 cm de comprimento na parte superfície do gesso. Após a secagem do gesso, o copo plástico foi removido. Em seguida, a parte exposta do prego foi introduzida na abertura floral. Finalmente foi delimitada, a 5 cm de distância da parte distal das brácteas, uma barreira com cola entomológica (Biocontrole Ltda.) com o objetivo de evitar a fuga dos ácaros (Fig.1A). Cada fruto representou uma unidade experimental.

**Efeito de Pistas na Infestação da Região Meristemática de Frutos por *Aceria guerreronis*.**

Ácaros predadores (*N. baraki* ou *A. largoensis*), fitófago coespecífico (*A. guerreronis*) ou fitófago heteroespecífico (*S. concavuscutum*) foram utilizados para a produção de pistas, e cada espécie representou um tratamento. Foram transferidas 25 fêmeas do predador (*N. baraki* ou *A. largoensis*) por fruto, com auxílio de um pincel (N° 000), enquanto que para os ácaros fitófagos (*A. guerreronis* ou *S. concavuscutum*) foram transferidas 50 fêmeas por fruto. No tratamento com coespecífico, logo após a transferência cada indivíduo era cuidadosamente sacrificado com o auxílio de um alfinete entomológico. Estes foram sacrificados na tentativa de simular o ataque do predador (o sacrifício foi feito cuidadosamente para não danificar o tecido do fruto). Em todos os tratamentos os ácaros foram liberados na superfície do fruto, acima da barreira de cola, e mantidos por 24 horas

para produção de pistas na superfície. Após este período, todos os ácaros foram retirados, exceto os *A. guerreronis* sacrificado. Em seguida, em cada unidade experimental foi fixado, com auxílio de alfinete entomológico, três discos de epiderme de frutos de coqueiro acima da barreira de cola entomológica, (5 mm de diâmetro) (Fig. 1B). Cada disco de epiderme continha aproximadamente 100 formas ativas de *A. guerreronis*. Esses discos permaneceram fixados no fruto durante 48 horas. Após esse período, a avaliação foi realizada contando-se o número *A. guerreronis* vivos na superfície do fruto (acima da barreira de cola), na espiguetta e na região meristemática do fruto (abaixo das brácteas florais). Os frutos em que ainda se encontraram predadores foram descartados, e infestaram-se novas unidades experimentais até totalizar 20 repetições. Para cada tratamento foi realizado um respectivo controle, onde as unidades experimentais não foram expostas a nenhuma pista (predador ou fitófago). Cada controle teve o mesmo número de repetições do seu respectivo tratamento (20 replicatas).

**Efeito de Pistas no Comportamento de Caminhamento de *Aceria guerreronis*.** Um disco retirado da região meristemática do fruto de coqueiro (7 mm de diâmetro) foi utilizado como arena experimental. A margem do disco foi delimitada com Agar (3,5%) (Fig. 1C). Cada disco foi exposto durante 24 horas às mesmas pistas (tratamentos) do experimento anterior. Após 24 horas, todos os ácaros (*N. baraki*, *A. largoensis*, *S. concavuscutum* e *A. guerreronis* sacrificado) foram removidos, incluído *A. guerreronis* sacrificado para não interferir no processo de captura pelo software. Em seguida, o disco foi levado a um sistema de vídeo conectado a um computador (ViewPoint Life Sciences Montreal, Canadá), e liberada uma fêmea adulta de *A. guerreronis* no centro do disco. A avaliação foi realizada durante 10 minutos a temperatura de 27 °C e 80% de U.R. Os parâmetros avaliados foram: distância percorrida (mm), tempo em atividade (s) e velocidade de caminhada ( $\text{mm s}^{-1}$ ). Cada indivíduo constituiu uma repetição, totalizando 20 repetições por tratamento.

**Análise Estatística.** As proporções de ácaros que infestem a região meristemática foram calculadas a partir do número total de *A. guerreronis* encontrado nos frutos. As proporções foram testadas quanto à normalidade e analisadas usando análise de variância (ANOVA) (PROC ANOVA) e teste exato de Fisher ou teste HSD de Tukey, quando necessário (SAS Institute, 2008). Os parâmetros de caminhada comportamental foram analisados por análise de variância multivariada (MANOVA) com as inclinações como variáveis independentes e, quando significativo, foi realizada uma nova análise de variância (ANOVA unidirecional) e os tratamentos foram comparados utilizando o teste de Tukey (HSD). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SAS (SAS Institute 2008).

## Resultados

**Efeito de Pistas na Infestação da Região Meristemática de Frutos por *Aceria guerreronis*.** Na presença de pistas deixadas pelos predadores (*N. baraki* e *A. largoensis*) significativamente mais *A. guerreronis* infestaram a região meristemática dos frutos de coqueiro que na ausência de pistas ( $F_{2,57} = 13,35$  e  $P < 0,0001$ ), não havendo diferença entre os tratamentos com pistas de *N. baraki* e *A. largoensis* (Fig. 2A). Na presença de pistas do coespecífico sacrificado (*A. guerreronis*), o percentual de *A. guerreronis* não diferiu significativamente do controle ( $F_{1,38} = 1,22$  e  $P > 0,2772$ ) (Fig. 2B). Na presença de pistas do fitófago heteroespecífico (*S. concavuscutum*), o percentual de *A. guerreronis* que infestaram a região meristemática dos frutos foi menor que em frutos sem pistas ( $F_{1,38} = 7,76$  e  $P > 0,0083$ ) (Fig. 2C).

**Efeito de Pistas no Comportamento de Caminhamento de *Aceria guerreronis*.** Os parâmetros comportamentais avaliados diferiram estatisticamente (GLnum/den = 0,054, Wilks' lambda = 0,57,  $F = 3,37$ ,  $P = 0,0001$ ). Diferenças significativas dentre os tratamentos foram observadas para todos os parâmetros: distância total caminhada ( $F_{4,95} = 4,77$ ,  $P = 0,0015$ ), tempo em atividade ( $F_{4,95} = 4,31$ ,

P = 0,0030) e velocidade de caminhada ( $F_{4,95} = 5,61$ , P = 0,0004). A distância total caminhada foi significativamente maior na presença de pistas de predadores e heteroespecífico, mas não alterou na presença de coespecífico sacrificado. Em todos os tratamentos, o tempo de caminhada foi menor em comparação com o controle. A velocidade de caminhada aumentou significativamente na presença de heteroespecífico e coespecífico sacrificado, enquanto no tratamento com pistas de predadores, não diferiu significativamente do controle. (Fig. 3).

### Discussão

Os resultados do presente estudo mostraram que: (1) *A. guerreronis* reconhece pistas produzidas por predadores, aumentando a infestação da região meristemática do fruto de coqueiro; (2) *A. guerreronis* não responde as pistas do coespecífico sacrificado colonizando o fruto; e (3) *A. guerreronis* reconhece pistas do fitófago heteroespecífico, reduzindo a infestação da região meristemática dos frutos em relação ao tratamento controle. A presença de pistas alterou o caminhada de *A. guerreronis*: (1) maior distância percorrida na presença de pistas de predadores e do fitófago heteroespecífico; (2) o tempo em atividade foi maior na presença de todas as pistas testadas; e (3) a velocidade de caminhada foi maior no tratamento com fitófago heteroespecífico e a menor velocidade foi tratamento no controle.

A presença de pistas de predadores levou a um aumento no número de ácaros que infestaram o fruto de coqueiro. É provável que ao detectar a presença de pistas de ambos os predadores (*N. baraki* e *A. largoensis*) e o conseqüente risco de predação, *A. guerreronis* busque se refugiar na região coberta pelas brácteas florais. É sabido que o acesso a essa região promove a proteção a algumas espécies de predadores, uma vez que o espaço entre a bráctea e a superfície adjacente do fruto dificulta a entrada dos predadores (Aratchige *et al.* 2007, Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lima *et al.* 2012). Essa busca por refúgio pode ser vista como um comportamento antipredação. Embora

os predadores estudados possuam hábitos diferentes e tiveram dietas diferentes na criação não houve diferença na resposta antipredação de *A. guerreronis*. Contudo, a dieta do predador pode afetar a resposta antipredação da presa (Venzon *et al.* 2000, Persons *et al.* 2001, van Maanen *et al.* 2015) sendo esperado que presas mostrem uma resposta antipredação mais forte ao perceber pistas de predadores que recentemente se alimentaram da mesma espécie da presas do que quando percebem predadores que se alimentavam de outras espécies de presas. Assim, são necessárias mais experiências para esclarecer a resposta do comportamento antipredação em *A. guerreronis*, testando duas espécies predadoras em dieta similar e/ou uma espécie predadora em duas dietas diferentes. Outra forma de resposta antipredação é o aumento do caminhamento da presa. Aqui foi observado que *A. guerreronis* percorreu maior distância na presença de pistas dos predadores. Desta forma, *A. guerreronis* pode ter caminhado mais para fugir do ataque dos predadores. No presente trabalho, a velocidade de caminhamento de *A. guerreronis* na ausência de pistas foi de  $0,39043 \text{ mm s}^{-1}$  ( $1,4 \text{ m h}^{-1}$ ), não diferenciando estaticamente dos tratamentos com pista de predadores. É improvável que *A. guerreronis* escape (caminhando em média  $1,4 \text{ m h}^{-1}$ ) de um predador como *N. baraki* que caminha em média a  $7,2 \text{ m h}^{-1}$  (Lima *et al.* 2013). Isto caracteriza o refúgio na região meristemática como proteção antipredação. Um resultado semelhante foi observado por Skaloudova *et al.* (2007) para um ácaro da família Tetranychidae, que são muito maiores e mais rápidos do que os ácaros Eriophyoidea. Nesse estudo, *T. urticae* também não alterou sua velocidade de caminhada na presença de indícios predatórios em uma arena foliar. Embora *A. guerreronis* não tenha apresentado aumento da infestação da região meristemática do fruto mediante pistas de coespecífico sacrificado, mudanças nos parâmetros comportamentais de caminhamento foram observados. Uma vez que as pistas de coespecíficos sacrificados não representam uma pista confiável de predação, as mudanças observadas (aumento da atividade de caminhada) podem estar associadas a outro comportamento, representando uma pista da presença de uma colônia e modulando o comportamento exploratório



de *A. guerreronis*. A presença de pistas de coespecífico sacrificado também alterou o comportamento de deposição de espermátóforo por machos de *A. allotrichus* (Michalska 2016). Segundo este autor, pistas de eriofiídeos mortos podem não ser um indicativo confiável de predação, uma vez que estes eriofiídeos são pequenos e fáceis de sofrer acidentes não relacionados com predação (por exemplo: esmagado por outro fitófago maior como insetos). As pistas fornecidas pelo coespecífico tem importância na escolha do habitat, e essas informações podem servir como indicativo de local seguro (Muleta & Schausberger 2013), alta densidade populacional que promove competição intraespecífica (Fletcher 2007) e acasalamento (Michalska 2016).

A infestação de *Aceria guerreronis* foi menor na região meristemática de frutos de coqueiro na presença de pistas do fitófago heteroespecífico. Sugere-se que um dos motivos de *A. guerreronis* se dispersar para outro fruto é a competição interespecífica (Howard *et al.* 1990, Sabelis & Bruin 1996, Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Galvão *et al.* 2012). Ácaros da família Tarsonemidae são comuns competidores de eriofiídeos que também habitam refúgios (Sabelis & Bruin 1996). Logo, é possível que a presença de pistas de *S. concavuscutum* estimule *A. guerreronis* a se dispersar para um novo fruto como forma de evitar a competição. Mudanças na qualidade do fruto induzidas pela presença de *S. concavuscutum* foi sugerido por Lima *et al.* (2017). Estes autores sugerem que a presença de *S. concavuscutum* em frutos de coqueiro induz a defesa da planta e torna-os menos palatáveis a *A. guerreronis*. Isto pode também ter levado *A. guerreronis* a evitar frutos com pistas de *S. concavuscutum*. Adicionalmente foi observado que esse eriofiídeo caminha mais e em maior velocidade na presença de pistas de *S. concavuscutum*, em relação ao teste controle, reforçando a ideia de que essa seja uma resposta para evitar a competição com o fitófago heteroespecífico.

Os resultados desse trabalho sugerem que a *A. guerreronis* reconhece as pistas de predadores e competidores modificando seu comportamento na tentativa de aumentar seu *fitness* (evitando predação ou competição). Mais respostas a diferentes tipos de pistas devem ser investigadas como

desenvolvimento, deposição de espermátóforo e oviposição na presença de pistas, assim como os custos relacionados a essas respostas.

### Literatura Citada

- Abrams, P.A. 2000.** The evolution of predator-prey interactions: theory and evidence. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 31: 79-105.
- Agarwala, B.K., P. Bardhanroy, H. Yasuda & T. Takizawa. 2003.** Effects of conspecific and heterospecific competitors on feeding and oviposition of a predatory ladybird: a laboratory study. *Entomol. Exp. Appl.* 106: 219-226.
- Aratchige, N.S., M.W. Sabelis & I. Lesna. 2007.** Plant structural changes due to herbivory: Do changes in *Aceria*-infested coconut fruits allow predatory mites to move under the perianth? *Exp. Appl. Acarol.* 43: 97-107.
- Azandémè-Hounmalon, G.Y., B. Torto, K.K.M. Fiaboe, S. Subramanian, S. Kreiter & T. Martin. 2016.** Visual, vibratory and olfactory cues affect interactions between the red spider mite *Tetranychus evansi* and its predator *Phytoseiulus longipes*. *J. Pest Sci.* 89: 137-152.
- Berryman, A.A. 2003.** On principles, laws and theory in population ecology. *Oikos* 103: 695-701.
- Bruijn, P.J.A., M. Egas, M.W. Sabelis & A.T. Groot. 2016.** Context- dependent alarm signaling in an insect. *J. Evol. Biol.* 29: 665-671.
- Chivers, D.P. & R.J.F. Smith. 1998.** Chemical alarm signaling in aquatic predator-prey systems: a review and prospectus. *Ecoscience* 5: 338-52.
- Chivers, D.P., X. Zhao, G.E. Brown, T. Marchant & M.C.O. Ferrari. 2008.** Predator-induced changes in morphology of a prey fish: the effects of food level and temporal frequency of predation risk. *Evol. Ecol.* 22: 561-574.
- Corcoran, A.J., J.R. Barber & W.E. Conner. 2009.** Tiger moth jams bat sonar. *Science* 325: 325-327.
- Da Silva, F.R., G.J. Moraes, I. Lesna, Y. Sato, C. Vasquez, R. Hanna & A. Janssen 2016.** Size of predatory mites and refuge entrance determine success of biological control of the coconut mite. *BioControl* 61: 681-689.
- Dial, B.E. & K. Schwenk. 1996.** Olfaction and predator detection in *Coleonyx brevis* (Squamata: Eublepharidae), with comments on the functional significance of buccal pulsing in geckos. *J. Exp. Zool.* 276: 415-24.

- Dias, C.R., A.M.G. Bernardo, J. Mencialha, C.W.C. Freitas, R.A. Sarmiento, A. Pallini & A. Janssen. 2016.** Antipredator behaviours of a spider mite in response to cues of dangerous and harmless predators. *Exp. Appl. Acarol.* 69: 263-276.
- Dicke, M. & P. Grostal. 2001.** Chemical detection of natural enemies by arthropods: an ecological perspective. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 32: 1-23.
- Donahue, M.J. 2006.** Allee effects and conspecific cueing jointly lead to conspecific attraction. *Oecologia* 149: 33-43.
- Fernandez-Ferrari, M.C. & P. Schausberger. 2013.** From repulsion to attraction: species- and spatial context-dependent threat sensitive response of the spider mite *Tetranychus urticae* to predatory mite cues. *Naturwissenschaften* 100: 541-549.
- Fletcher, R.J. 2007.** Species interactions and population density mediate the use of social cues for habitat selection. *J. Anim. Ecol.* 76: 598-606.
- Galvão, A.S., J.W.S. Melo, V.B. Monteiro, D.B. Lima, G.J. Moraes & M.G.C. Gondim Jr. 2012.** Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a coconut pest. *Exp. Appl. Acarol.* 57: 1-13.
- Gondim Jr., M.G.C., J.V. Oliveira, S.J. Michereff & R. Barros 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 317-355. In S.J. Michereff & R. Barros (eds.), *Proteção de plantas na agricultura sustentável*. Recife, UFRPE, 400p.
- Goodsman, D.W., D. Koch, C. Whitehouse, M.L. Evenden, B.J. Cooke & M.A. Lewis. 2016.** Aggregation and a strong Allee effect in a cooperative outbreak insect. *Ecol. Appl.* 26: 2621-2634.
- Grostal, P. & M. Dicke. 2000.** Recognising one's enemies: a functional approach to risk assessment by prey. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 47:258-64.
- Havel, J.E. 1987.** Predator-induced defenses: a review, p. 263-278. In W.C. Kerfoot & A. Sih (eds.), *Predation: direct and indirect impacts on aquatic communities*. Hanover, University Press of New England, 386 p.
- Hoffmeister, T.S. & B.D. Roitberg. 1997.** Counterespionage in an insect herbivore-parasitoid system. *Naturwissenschaften* 84: 117-19.
- Howard, F.W., E. Abreu-Rodriguez & H.A. Denmark. 1990.** Geographical and seasonal distribution of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), in Puerto Rico and Florida, USA. *J. Agric. Univ.* 74: 237-251.
- Huryn, A.D. & D.P. Chivers. 1999.** Contrasting behavioural responses by detritivorous and predatory mayflies to chemicals released by injured conspecifics and their predators. *J. Chem. Ecol.* 25: 2729-2740.

- James, W.R. & J.B. McClintock. 2017.** Anti-predator responses of amphipods are more effective in the presence of conspecific chemical cues. *Hydrobiologia* 797: 277-288.
- Janssen, A., A. Pallini, M. Venzon & M.W. Sabelis. 1999.** Absence of odour-mediated avoidance of heterospecific competitors by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Entomol. Exp. Appl.* 92: 73-82.
- Kats, L.B. & L.M. Dill. 1998.** The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience* 5: 361-394.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1987.** An Introduction to behavioural ecology. Oxford, Blackwell, 389p.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hanna & P. Schausberger. 2007.** Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis*: fine scale distribution and association with other mites under the perianth. *BioControl* 43: 102-110.
- 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.
- Lima, D.B., H.K.V. Oliveira, J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr., M. Sabelis, A. Pallini & A. Janssen. 2017.** Predator performance is impaired by the presence of a second prey species. *Bull. Entomol. Res.* 107: 313-321.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. Moraes. 2012.** Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis* Keifer. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 233-246.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, R.N. Guedes, H.A. Siqueira, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2013.** Survival and behavioural response to acaricides of the coconut mite predator *Neoseiulus baraki*. *Exp. Appl. Acarol.* 60: 381-393.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* 11: 195-203.
- Manson, D.C.M. & U. Gerson. 1996.** Web spinning, wax secretion and liquid secretion, p. 251-257. In E.E. Lindquist, M.W. Sabelis & J. Bruin (eds.), *Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 790p.
- Matthews, R.W. & J.R. Matthews. 2009.** Chemical Communication, p. 217-259. In: R.W. Matthews, J.R. Matthews (eds.), *Insect behavior*, Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 514p.
- McMurtry, J.A., G.J. 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. Appl. Acarol.* 55: 191-202.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, H. Staudacher, F.R. Da Silva, M.G.C. Gondim Jr. & M.W. Sabelis. 2015.** Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 67: 411-421.
- Michalska, K. 2016.** The effect of predation risk on spermatophore deposition rate of the eriophyoid mite, *Aculops allotrichus*. *Exp. Appl. Acarol.* 68: 145-154.
- Michalska, K., A. Skoracka, D. Navia & J.W. Amrine. 2010.** Behavioural studies on eriophyoid mites: an overview. *Exp. Appl. Acarol.* 51: 31-59.
- Mitchell, M.D., K.R. Bairos-Novak, M.C.O. Ferrari. 2017.** Mechanisms underlying the control of responses to predator odours in aquatic prey. *J. Exp. Biol.* 220: 1937-1946.
- Montserrat, M., C. Bas, S. Magalhães, M.W. Sabelis, A.M. de Roos & A. Janssen. 2007.** Predators induce egg retention in prey. *Oecologia* 150: 699-705.
- Muleta, M.G. & P. Schausberger 2013.** Smells familiar: group-joining decisions of predatory mites are mediated by olfactory cues of social familiarity. *Anim. Behav.* 86: 507-512.
- Nolte, D.L., J.R. Mason, G. Epple, E. Aronov & D.L. Campbell. 1994.** Why are predator urines aversive to prey? *J. Chem. Ecol.* 20: 1505-1516.
- Pallini, A., A. Janssen & M.W. Sabelis. 1997.** Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia* 110: 179-185.
- Persons, M.H. & A.L. Rypstra. 2001.** Wolf spiders show graded antipredator behavior in the presence of chemical cues from different sized predators. *J. Chem. Ecol.* 27: 2493-2504.
- Price, P.W., R.F. Denno, M.D. Eubanks, D.L. Finke & I. Kaplan 2011.** Behavior, mating systems and sexual selection, p. 27-71. In P.W. Price, R.F. Denno, M.D. Eubanks, D.L. Finke & I. Kaplan (eds.), *Insect ecology: behavior, populations and communities*. Cambridge, University Press, 801p.
- Reis, A.C., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hanna, P. Schausberger, L.M. Lawson-Balagbo & R. Barros. 2008.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) and associated predators on coconut fruits in Northeastern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 37: 457-462.
- Rezende, D., J.W.S. Melo, J.E. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2016.** Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. *Exp. Appl. Acarol.* 69: 297-310.

- Sabelis, M.W. & J. Bruin 1996.** Evolutionary ecology: life history patterns, food plant choice and dispersal, p. 329-366. In E.E. Lindquist, M.W. Sabelis & J. Bruin (eds), Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, 790p.
- SAS Institute. 2008.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2 MO. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.
- Sih, A. 1987.** Predators and prey lifestyles: an evolutionary and ecological overview. p. 203-224. In W.C. Kerfoot & A. Sih (eds.), Predation: direct and indirect impacts on aquatic communities. Hanover, University Press of New England, 386 p.
- Silva, V.F., G.V. França, J.W.S. Melo, R.N.C. Guedes & M.G.C. Gondim Jr. 2016.** Targeting hidden pests: acaricides against the coconut mite *Aceria guerreronis*. J. Pest Sci. 90: 207-215.
- Skaloudova, B., R. Zemek & V. Krivan. 2007.** The effect of predation risk on an acarine system. Anim. Behav. 74: 813-821.
- Soutar, A.R. & J.H. Fullard. 2004.** Nocturnal anti-predator adaptations in eared and earless Nearctic Lepidoptera. Behav. Ecol. 15: 1016-1022.
- Tollrian, R. & C.D. Harvell. 1999.** Predator-induced defenses in ciliated protozoa, p. 142-159. In R. Tollrian & C.D. Harvell (eds.), The ecology and evolution of inducible defenses. Princeton, University Press, 395p.
- van Maanen, R., G. Broufas, P. de Jong, E. Aguilar- Fenollosa, A. Revynthi, M.W. Sabelis & A. Janssen. 2015.** Predators marked with chemical cues from one prey have increased attack success on another prey species. Ecol. Entmol. 40: 62-68.
- Venzon, M., A. Janssen, A. Pallini & M.W. Sabelis. 2000.** Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. Anim. Behav. 60: 369-375.



Figura 1. (A) Unidade experimental utilizada no experimento de efeito de pistas sobre a infestação de frutos por *A. guerreronis*. (B) Unidade experimental utilizada no experimento de efeito de pistas sobre a infestação de frutos infestados por *A. guerreronis*. (C) Unidade experimental utilizada no experimento de efeito de pistas sobre o caminhamento de *A. guerreronis*.

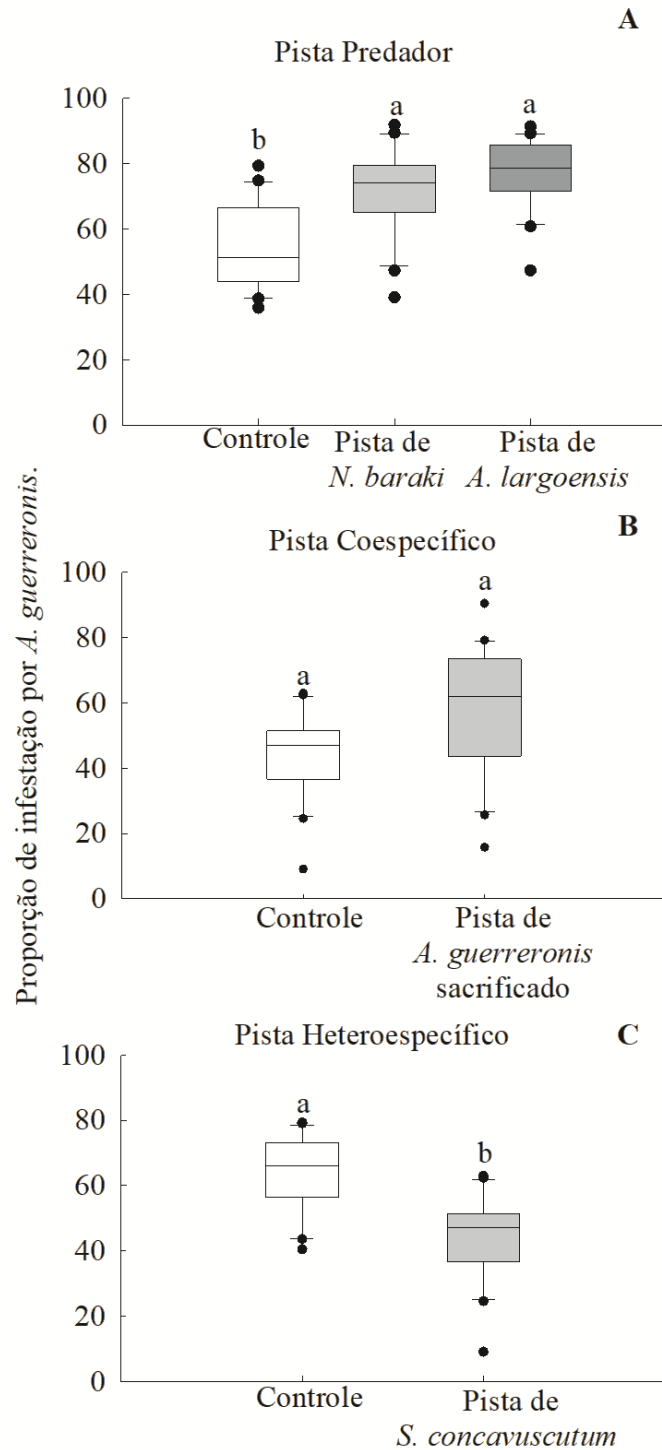


Figura 2. Proporção de *Aceria guerreronis* que infestaram a região meristemática, em relação ao número total de ácaros encontrados no fruto, após 48h da infestação: **(A)** mediado por pista de predador (*A. largoensis* ou *N. baraki*), **(B)** coespecífico sacrificado (*A. guerreronis*) e **(C)** heteroespecífico (*S. concavuscutum*). **(A)** Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (HSD) ( $P < 0,05$ ), **(B e C)** médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste exato de Fisher ( $P < 0,05$ ).



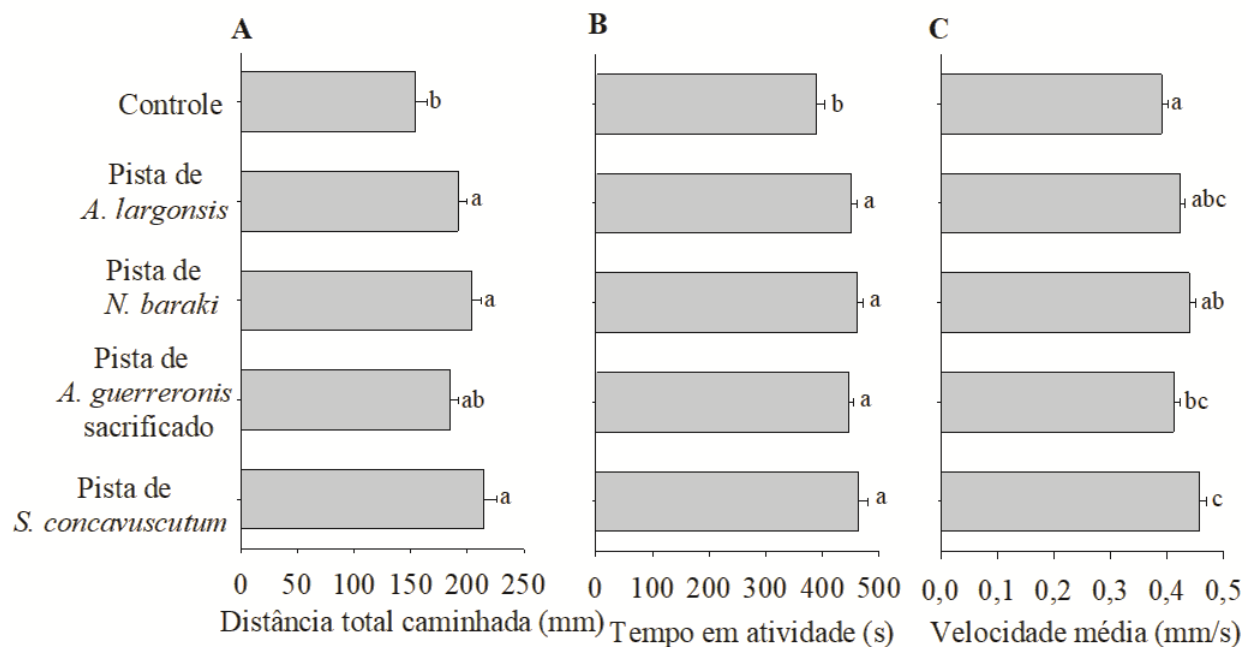


Figura 3. Distância total caminhada (A), tempo em atividade (B) e (C) velocidade média de caminhada por *A. guerreronis* com pistas de predação (*A. largoensis* ou *N. baraki*), coespecífico (*A. guerreronis* sacrificado) e heteroespecífico (*S. concavuscutum*). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (HSD) ( $P < 0,05$ ).

## CAPÍTULO 3

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho estudamos o comportamento de infestação de frutos de coqueiro por *Aceria guerreronis* Keifer mediante pistas quimiossensoriais. As pistas foram produzidas por dois predadores generalistas de distintos hábitos de forrageio. *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot) generalista que forrageia em locais de refúgio na planta e *Amblyseius largoensis* (Muma) generalista que forrageia em espaço livre na folha e/ou na superfície do fruto. Também foram utilizadas pistas de um fitófago heteroespecífico *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego e Gondim Jr. e de pistas de *A. guerreronis* sacrificado. Verificamos que *A. guerreronis* responde as pistas destes artrópodes de diferentes formas seja evitando infestar o fruto como é o caso do tratamento com pistas de predadores ou evitando infestar o fruto com pistas de seu concorrente fitófago *S concavuscutum*.

Adicionalmente verificou-se alteração no padrão de caminhamento de *A. guerreronis* mediante as mesmas pistas descritas acima. Estes resultados de caminhamento colaboraram com as observações feitas no teste de infestação de frutos.

Concluimos que *A. guerreronis* é capaz de reconhecer estas pistas deixadas no ambiente alterando seu comportamento de infestação de frutos.