

BIOECOLOGIA DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) E DE SEUS  
POTENCIAIS PREDADORES

por

ANDRÉIA SERRA GALVÃO

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

RESUMO

*Aceria guerreronis* Keifer é considerada uma das principais pragas do coqueiro nas Américas, África e Ásia, podendo provocar danos severos nos frutos. Atualmente vários estudos estão sendo conduzidos para a obtenção de informações necessárias para auxiliar no controle dessa praga. Os objetivos deste trabalho foram: (i) elaborar e validar uma escala diagramática de dano de *A. guerreronis* em frutos; (ii) estudar a distribuição de *A. guerreronis* e *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot em cachos de diferentes idades; (iii) estudar as estratégias de dispersão de *A. guerreronis*; (iv) verificar quais as prováveis fontes de alimento de *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. em coqueiro. Os resultados demonstraram que é possível estimar a população de *A. guerreronis* nos frutos através de escala diagramática de danos, cuja relação entre infestação e níveis de dano apresentou elevada precisão. Os frutos com 16% de dano estava com a maior população de *A. guerreronis*, sendo isto verificado, normalmente, nos frutos do cacho 4. A partir deste cacho, ocorre redução da população de *A. guerreronis* devido ao aumento populacional de *N. baraki*, a redução da proporção de tecidos não necrosados no perianto e ao aumento do teor de lignina destes tecidos. *A. guerreronis* caminha para se dispersar a curtas distâncias, preferencialmente no período noturno, sendo isto possível entre frutos de um mesmo cacho e entre frutos de cachos de diferentes idades em uma mesma planta. Para longas distâncias

a praga se dispersa pelo o vento, e a forese é um processo provavelmente ocasional. *P. bulbosus* utiliza *A. guerreronis* como alimento na cultura do coqueiro, sendo este adequado ao seu desenvolvimento e reprodução, sugerindo que esse predador pode desempenhar um papel importante na redução da população da praga em campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cocos nucifera*, ácaro do coqueiro, escala de dano, distribuição, predador.

BIOECOLOGY FOR *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) AND ITS  
POTENTIAL PREDATORS

by

ANDRÉIA SERRA GALVÃO

(Under the Direction of Professor Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr.)

ABSTRACT

*Aceria guerreronis* Keifer is an important pest of coconut in the Americas, Africa, and Asia that causes severe injuries to the fruit. Several studies have been conducted to gather basic information to help with control this pest. The objectives of this study were: (i) to develop and validate a diagrammatic scale of by *A. guerreronis*, (ii) to study the distribution of *A. guerreronis* and *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot through bunches of different ages, (iii) to study the dispersal strategies *A. guerreronis*, and (iv) to verify what are the food sources for *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. on coconut plants. The results showed that it is possible to estimate the population of *A. guerreronis* in fruits with the developed through diagrammatic scale of damage, from which a relationship between infestation level and damage showed high accuracy. Fruits with 16% of damage presented the greatest population of *A. guerreronis*, which was verified in fruits of the 4<sup>th</sup> bunch. From this bunch, a significant reduction in the population of *A. guerreronis* occurs due to the growth of *N. baraki* population, the reduced proportion of non-necrotic tissue in the perianth, and the increased-lignin content of these tissues. *A. guerreronis* walks to disperse at short distances, particularly during the night. It can walk either among fruits from the same bunch or fruits of different ages on the same plant. For longer distances, the pest uses wind as a means of dispersal, and the phoresy is a casual and irrelevant process. *P. bulbosus*

feeds on *A. guerreronis* in coconut crops, which is suitable for development and reproduction, suggesting that this predator may play an important role in reducing the population of the pest in the field.

KEY WORDS: *Cocos nucifera*, mite coconut necrosis, scale of damage, distribution, predator.

BIOECOLOGIA DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) E DE SEUS  
POTENCIAIS PREDADORES

por

ANDRÉIA SERRA GALVÃO

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

Dezembro – 2009

BIOECOLOGIA DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) E DE SEUS

POTENCIAIS PREDADORES

por

ANDRÉIA SERRA GALVÃO

Comitê de Orientação:

Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior – UFRPE

Gilberto José de Moraes – ESALQ/USP

BIOECOLOGIA DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) E DE SEUS

POTENCIAIS PREDADORES

por

ANDRÉIA SERRA GALVÃO

Orientador:

---

Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior - UFRPE

Examinadores:

---

Giberto José de Moraes - ESALQ/USP

---

Ângelo Pallini Filho - UFV

---

Anibal Ramadan de Oliveira - UESC

---

Jorge Braz Torres - UFRPE

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais amados Maria de Fátima Diniz Serra, Josué Pereira Galvão e Mourane Pinto de Almeida, aos meus irmãos Elisângela Serra Galvão, Joelma Cristina Serra Galvão, Elis Regina Serra Galvão, Josué Pereira Galvão Filho e Gilvana Vieira e aos meus lindos sobrinhos Juliana Cristina Galvão Costa e Pedro Lucas Galvão Costa pelo apoio e amor incondicional nessa jornada árdua da minha vida. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE, que serviram de exemplo para minha superação como profissional e aluna. Em especial ao meu orientador Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. e a minha eterna professora Ester Azevedo da Silva por ter sempre acreditado no meu potencial como profissional e acarologista.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida em todos os momentos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) juntamente com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE.

Ao professor e orientador Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior pelo apoio, atenção redobrada, incentivo e ensinamentos profissionais e principalmente pessoais.

Ao meu co-orientador Gilberto José de Moraes pela co-orientação e sugestões pertinentes para o enriquecimento da minha tese.

Ao professor C.H.W. Flechtmann pelo apoio, atenção valiosa e pela concessão de materiais para a discussão dos artigos.

A minha irmã e amiga Ana Elisabete Lopes Ribeiro por ter sido uma pessoa fundamental na minha vida.

A Maria Cleoneide da Silva (Cléo), Eduardo Barros, Felizarda Viana Bebê pela amizade e apoio constante.

A minha amiga de república Luziane Bestete pela convivência harmônica e por ter me apoiado nos momentos finais da minha estadia em Recife e pelos momentos de descontração.

Aos professores Jorge Braz Torres pela paciência em tirar as minhas dúvidas em estatística e José Vargas de Oliveira pelos ensinamentos e pelo exemplo de profissional.

Ao prof. Sami Michereff pela orientação na elaboração do primeiro artigo da minha tese.

Ao Prof. Hebert Siqueira pela revisão dos abstracts.

A Abraão Pires e Tiago Moraes pela amizade e pelo auxílio nas análises químicas.

A equipe do laboratório de Acarologia Agrícola: Vaneska Barbosa, Débora Lima, Josilene Maria de Sousa, Aleuny C. Reis, José Wagner S. Melo, Cleiton A. Domingos, Cecília Sanguinetti, Carla P. O. Assis, Fernanda Helena N. de Andrade pela convivência harmoniosa no laboratório e companherismo.

Aos colegas e amigos que fiz em Recife: Fernando Silva, Geraldo Vasconcelos, Lemile M, Lawson-Balabgo, Franklin Magliano, Hugo Zago, Marta G. C. Araújo, Suerda J. Santana, Adelmo A. D. Santana, Laurici P. Santos, Marcileyne P. Lima, Christian Torres, Gilberto S. Andrade, Alberto Belo, Hugo Gonçalves, Alicely A. Correia, Ariana L. Meira, Érika Pessoa, Rodrigo Coitinho, Lígia Andrade, Roberta R. Coelho, Wendel J. T. Pontes, Solange M. França, Cinthia C. M. Silva, Eliana M. Passos, Alexandre Conte, Marcos A.A. Lima, George, Priscila, Rosemary Castro, Felipe C. Batista e Martin D.Oliveira.

A José Félix da Silva (*in memorium*) pela ajuda no trabalho de campo.

A técnica do Laboratório de Fitopatologia Adriana Lemos pela ajuda no cultivo de *Rhizophus*.

A Darci Martins C. Silva e José Romildo N. Angeiras pela atenção, educação e apoio.

Ao Durval Bezerra, Inês Lucia Aguiar e Alexandre Rocha pelos conselhos e por aliviar o meu stress.

## SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTOS .....	viii
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO .....	01
LITERATURA CITADA.....	06
2 ESCALA DIAGRAMÁTICA DE DANO DE <i>Aceria guerreronis</i> KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) EM COQUEIRO .....	10
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
INTRODUÇÃO .....	13
MATERIAL E MÉTODOS .....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
AGRADECIMENTOS.....	20
LITERATURA CITADA.....	20
3 DISTRIBUIÇÃO DE <i>Aceria guerreronis</i> KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) E <i>Neoseiulus baraki</i> ATHIAS-HENRIOT (ACARI: PHYTOSEIIDAE) EM COQUEIRO NO NORDESTE DO BRASIL .....	29
RESUMO .....	30
ABSTRACT .....	31
INTRODUÇÃO .....	32
MATERIAL E MÉTODOS .....	33

RESULTADOS.....	36
DISCUSSÃO.....	38
AGRADECIMENTOS.....	43
LITERATURA CITADA.....	43
4 ESTRATÉGIAS DE DISPERSÃO DE <i>Aceria guerreronis</i> KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) EM COQUEIRO .....	55
RESUMO .....	56
ABSTRACT .....	57
INTRODUÇÃO .....	58
MATERIAL E MÉTODOS .....	60
RESULTADOS.....	67
DISCUSSÃO.....	69
AGRADECIMENTOS.....	73
LITERATURA CITADA.....	73
5 BIOLOGIA DE <i>Proctolaelaps bulbosus</i> MORAES, REIS & GONDIM JR., CANDIDATO AO CONTROLE DE <i>Aceria guerreronis</i> Keifer EM DIFERENTES ALIMENTOS.....	82
RESUMO .....	83
ABSTRACT .....	84
INTRODUÇÃO .....	85
MATERIAL E MÉTODOS .....	86
RESULTADOS.....	88
DISCUSSÃO.....	92
AGRADECIMENTOS.....	92

LITERATURA CITADA.....	92
------------------------	----

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

O coqueiro, *Cocos nucifera* L., é considerada a mais importante palmeira cultivada nas regiões tropicais do mundo, desempenhando importante papel sócio-econômico (Vietmeyer 1986). É originário do Sudoeste Asiático (Purseglove 1972), e encontra-se distribuído em mais de 100 países, com uma área de aproximadamente 12 milhões de hectares. Os maiores produtores mundiais são: Filipinas, Indonésia, Índia e Vietnã (Agrianual 2009).

No Brasil, as maiores produções concentram-se nos estados da Bahia, Pará, Ceará, Espírito Santo e Pernambuco (Agrianual 2009). A maior parte da produção é oriunda de variedades gigantes, concentrada no litoral do nordeste, com produtividade estimada em 30 frutos/planta/ano ou 2.500 a 3000 frutos/ha. No entanto, em plantios comerciais onde se utiliza variedades mais produtivas, como o coqueiro anão, a produtividade aumenta consideravelmente, podendo alcançar 30.000 frutos/ha (Fontes *et al.* 2003). Segundo Cuenca (1998) a cultura do coqueiro é importante na geração de renda, na alimentação e na elaboração de mais de 100 produtos, como leite de coco, copra, óleo de coco, coco desidratado, fibra e carvão, etc. No Brasil, grande parte da produção é destinada ao uso agroindustrial do alúmem sólido, do qual se obtém o leite e o coco desidratado, e o consumo *in natura* da água de coco (Aragão *et al.* 2002). Embora seja uma cultura adaptada ao cultivo em solos arenosos do litoral do Nordeste, o consumo *in natura* da água de coco é responsável pelo deslocamento da produção para áreas consideradas não tradicionais, como os perímetros irrigados do Vale do São Francisco, localizado na região Semi-árida da Bahia, Pernambuco e Minas Gerais (Aragão *et al.* 2002, Fontes & Wanderley 2006).

Dentre os principais fatores limitantes da produção do coqueiro estão os artrópodes, e dentre estes o ácaro da necrose, *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), que é uma das principais pragas do coqueiro na América, África e Ásia (Moore & Howard 1996, Haq *et al.* 2002). Essa espécie foi descrita em 1965 por Keifer, a partir de espécimes coletados em materiais provenientes do estado de Guerrero no México (Keifer 1965). No Brasil, foi encontrado pela primeira vez em 1964, infestando coqueirais no Estado do Rio de Janeiro (Robbs & Peracchi 1965). Posteriormente, foi registrado no Estado de Pernambuco, causando necrose no meristema e morte de mudas (Aquino & Arruda 1967). O primeiro registro no continente africano foi em 1966, no Golfo de Guiné, São Tomé e Príncipe (Cabral & Carmona 1969). Em 1967, foi relatado em Benin, e em menos de dois anos assinalado em todas as regiões produtoras da África (Mariau 1977). Na Ásia, onde a cultura apresenta maior expressão sócio-econômica foram observadas infestações deste ácaro no Sri Lanka em 1997 (Fernando *et al.* 2002) e na Índia em 1999 (Nair 2002).

Suas colônias localizam-se no perianto, região meristemática do fruto coberta pelas brácteas (Nair 2002). Inicialmente, os danos provocados pelo ácaro são manchas branco-amareladas de formato triangular na epiderme dos frutos, que posteriormente se expandem e tornam-se necrosadas (Haq *et al.* 2002). Com o crescimento do fruto, a área necrosada apresenta rachaduras longitudinais, exsudações de resinas, podendo ocorrer a deformação do fruto (Cardona & Potes 1971). A queda precoce dos frutos é frequente (Nair 2002). Eventualmente, esse eriofiídeo pode atacar mudas, provocando lesões que se expandem nas folhas mais novas chegando a causar a morte da planta (Aquino *et al.* 1968). Em virtude dos danos, *A. guerreronis* provoca perdas significativas em algumas regiões produtoras do mundo, causando perda de peso, redução no tamanho e no valor comercial dos frutos (Moore *et al.* 1989, Haq *et al.* 2002, Paul & Mathew 2002).

Na África, o índice de perdas na produção foi estimado em 10% em Benin (Mariau & Julia 1970) e em 16 a 24% na Costa do Marfim (Mariau 1977, Julia & Mariau 1979). Em Santa Lucia, no Caribe, em constatou-se a redução de 20 a 30% na produção (Moore *et al.* 1989). Em diferentes regiões do México, a redução foi estimada em 30 a 80% (Olivera-Fonseca 1986).

A clorose e a necrose causada por *A. guerreronis* na epiderme dos frutos podem ser expressas em porcentagem de área danificada, porém poucas escalas foram desenvolvidas para avaliar a intensidade de dano desse eriofídeo em frutos (Mariau 1977, Julia & Mariau 1979, Moore *et al.* 1989). As escalas existentes são subjetivas e não foram submetidas a rigoroso processo de validação. A estimativa da área danificada é direta, o que pode induzir a erros de acurácia, precisão e reprodutibilidade que são requisitos essenciais para a validação de escalas diagramáticas. As escalas diagramáticas são representações ilustradas de uma série de plantas ou partes de plantas com danos em diferentes níveis (Campbell & Madden 1990). Os níveis de acurácia, precisão e reprodutibilidade das mensurações dos danos apresentados nos frutos com o uso da escala diagramática podem propiciar informações mais precisas sobre a intensidade das lesões provocadas por *A. guerreronis*, sendo dessa forma uma ferramenta indispensável para quantificação dos danos provocados pela praga. Estudos de levantamento e dinâmica populacional de *A. guerreronis* é uma tarefa dispendiosa de tempo e mão de obra, em virtude da dificuldade de se estimar grandes populações de ácaros de diminuto tamanho. A possibilidade de utilização de escala diagramática para estimar os danos provocados por *A. guerreronis* pode facilitar a execução de pesquisas que ajudem o entendimento da ecologia desse eriofídeo.

A dinâmica populacional de *A. guerreronis* na planta é considerada de extrema relevância no estudo da ecologia da praga. Esse eriofídeo está presente em frutos de diferentes idades (Moore & Alexander 1987, Fernando *et al.* 2003), e os seus danos aparentemente se intensificam com a idade do cacho. O melhor conhecimento da distribuição de *A. guerreronis* em relação à idade dos cachos

e posição relativa dos frutos no cacho, além da distribuição dos seus predadores pode oferecer subsídios para tornar o seu controle mais eficiente.

A dispersão dos ácaros pode ocorrer involuntariamente, através do transporte de partes vegetais de uma área para outra (Moraes & Fleckmann 2008), mas pode se dar também de forma voluntária, quando os ácaros caminham até a nova região aonde irá se estabelecer ou até um ponto apropriado para que fatores bióticos (forese) ou abióticos (vento, instrumentos agrícolas, etc.) os carreguem as distâncias maiores (Evans 1992). Estas estratégias de dispersão possibilitam a colonização de plantas separadas por curtas e longas distâncias (Binns 1982). Alguns estudos de dispersão com espécies de ácaros fitófagos sugerem que a dispersão pelo vento é o principal mecanismo responsável pelo estabelecimento de focos de infestação a longas distâncias. (Nault & Styer 1969, Bergh & McCoy 1997, Alves *et al.* 2005). Já se constatou para muitas espécies de eriofídeos a dispersão através do vento (Lindquist & Oldfield 1996). O estudo da dispersão de ácaros fitófagos por forese ainda é pouco conhecido, e a verificação experimental ainda é limitada, contudo Waite & McAlpine (1992) observaram que *Eriophyes litchi* (Acari: Eriophyidae), considerada praga da lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) na Ásia e no Havaí, utiliza *Apis mellifera* L. como veículo de disseminação entre plantas. Portanto, é possível que uma das formas de dispersão de *A. guerreronis* seja através de polinizadores ou outros artrópodes, que são atraídos pelas inflorescências do coqueiro e, que estão frequentemente em contato com os frutos.

Outra estratégia de dispersão é o caminhar que ocorre a distâncias relativamente curtas, geralmente sobre a mesma planta ou entre plantas que se tocam. O caminhar do ácaro de uma planta a outra pelo solo também pode ocorrer, quando as distâncias entre estas não forem muito grandes (Kennedy & Smitley 1985). Este processo de dispersão interfere na distribuição do ácaro na planta e exerce influência significativa na infestação inicial de culturas com o algodoeiro por

*Tetranychus urticae* Koch (Brandenburg & Kennedy 1982) e de citros por *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Alves *et al.* 2005).

O conhecimento dos mecanismos de dispersão de pragas agrícolas em geral é de grande importância para o entendimento do processo de infestação dentro do mesmo plantio e entre plantios separados por longas distâncias, podendo fornecer informações relevantes para o estabelecimento de estratégias de controle de pragas.

Entre os métodos que vêm sendo avaliados para o controle deste ácaro, destaca-se o controle biológico, utilizando ácaros predadores (Moraes & Zacarias 2002). Dentre os ácaros predadores, aqueles pertencentes às famílias Phytoseiidae e Ascidae se destacam por apresentar maior potencial de uso no controle biológico de *A. guerreronis* Keifer (Lawson-Balagbo *et al.* 2007; Domingos *et al.* 2009). Entre as espécies encontradas mais frequentemente associadas a *A. guerreronis* destacam-se os fitoseídeos *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot (Domingos *et al.* 2009) e *Neoseiulus paspalivorus* De Leon (Lawson-Balabgo *et al.* 2007), assim como *Proctolaelaps bickleyi* Bram (Ascidae) (Estabanez-Gonzalez 1976; Cabrera *et al.* 1992, Lawson-Balabgo *et al.* 2007, 2008). Esses ácaros já foram testados em laboratório em relação as suas eficiências na predação de *A. guerreronis*, verificando-se a adequação desta presa como alimento (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Domingos *et al.* 2009).

Existe outra espécie de Ascidae também encontrada em grande número em frutos abortados de coqueiro, referida como *Proctolaelaps* sp. por Lawson-Balagbo *et al.* (2008) e Reis *et al.* (2008). Este ácaro foi descrito recentemente como *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. (Moraes *et al.* 2008). Nada se sabe sobre a biologia dessa espécie. O estudo da biologia é um dos requisitos básicos para avaliar o potencial de inimigos naturais, pois informa sobre a capacidade de um predador de persistir em um determinado ambiente na presença de determinados

tipos de presas, permitindo prever o seu impacto sobre as populações de pragas (McMurtry 1982, Bellows *et al.* 1992).

Informações referentes aos aspectos ecológicos de *A. guerreronis*, e a biologia de seus predadores ainda são escassas. Este conhecimento é necessário para o desenvolvimento de estratégias de controle desse eriofídeo na cultura do coqueiro.

### Literatura Citada

**Agriannual (Anuário da agricultura Brasileira). 2009.** São Paulo, FNP, p. 318-321.

**Alves, E.B., N.F.B. Casarin & C. Omoto. 2005.** Mecanismo de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citrus. Neotrop. Entomol. 34: 89-96.

**Aquino, M.L.N & G.P. Arruda. 1967.** Agente causal da “necrose-do-olho-coqueiro” em Pernambuco. Recife, IPA, 33p. (Boletim técnico, 27).

**Aquino, M.L.N., C.H.W. Flechtmann & G.P. Arruda. 1968.** Contribuição ao estudo do ácaro causador da necrose do olho do coqueiro em Pernambuco e seu controle. Recife, IPA, 17p. (Boletim Técnico, 34).

**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.** p. 19-25. Fruto do coqueiro para consumo natural, In: W.M. Aragão, (ed.), Coco: Pós-colheita. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 292p.

**Bellows Jr, T.S., R.G. Van Driesche & J.S. Elkinton. 1992.** Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. Annu. Rev. Entomol. 37: 587–614.

**Bergh, J.C. & C.W. McCoy. 1997.** Aerial dispersal of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) from Florida citrus groves. Environ. Entomol. 26: 256-264.

**Binns, E.S. 1982.** Phoresy as migration: some functions and aspects of phoresy in mites. Biol. Rev. 57: 571-620.

**Brandenburg, R.L & G.G. Kennedy. 1982.** Intercrop relationships and spider mites dispersal in a corn peanut agro-ecosystem. Entomol. Exp. Appl. 32: 269-276.

**Cabral, R.V.G. & M.M. Carmona. 1969.** *Aceria guerreronis* Keifer (Acarina: Eriophyidae) uma espécie nova para São Tomé e Príncipe. Port. Acta Biol. 10: 353-358.

- Cabrera, R.I., Otero, C.G & N. Rodriguez. 1992.** Principales enemigos naturales del cocotero *Aceria guerreronis* (Eriophyidae) em Cuba. *Agrociência* 3: 83-89 p.
- Cardona, Z.I. & A.S. Potes. 1971.** La ronã o escorion de los frutos del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Colômbia. *Acta Agron.* 21: 133-139.
- Campbell, C.L. & L.V. Madden. 1990.** Introduction to plant disease epidemiology. New York. John Willey. 532p.
- Cuenca, M.A.G. 1998. Importância econômica do coqueiro.** p. 17-56 In J.M.S Ferreira, D.R.S. Warwick & L.A. Siqueira (Eds.). A cultura do coqueiro no Brasil. 2.ed. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros. 292p.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hanna, L.M. Lawson-balagbo & P. Schausberger. 2009.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* doi: 10.1007/s10493-009-9308-5
- Evans, G.O. 1992.** Development and dispersal, p. 334-376. In G.O. Evans (ed.), *Principles of Acarology*. Cambridge, CAB International, 563p.
- Estebanes-Gonzalez, M.R. 1976.** Acaros depredadores de *Eriophyes guerreronis* (Keifer) en la zona de Teepan de Galeana. *Folia Entomol. Mex.* 39: 41-42p.
- Fernando, L.C.P., I.R. Wickramanada & N.S. Aratchige. 2002.** Status of coconut mite, *Aceria guerreronis* in Sri Lanka, p. 1-8. In L.C.P. Fernando, G.J. Moraes & I.R. Wickramanada (eds.), *Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (Aceria guerreronis)*. Sri Lanka. Coconut Research Institute, 117p.
- Fernando, L.C.P., N.S. Aratchige & T.S.G. Peiris. 2003.** Distribution patterns of coconut mite, *Aceria guerreronis*, and its predator *Neoseiulus* aff. *paspalivorus* in coconut palms. *Exp. Appl. Acarol.* 31: 71-78.
- 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.
- 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. Wickramanada (eds.), *Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (Aceria guerreronis)*. Sri Lanka, Coconut Research Institute, 117p
- Julia, J.F. & D. Mariau. 1979.** New research on the coconut mite *Eriophyes guerreronis* (K) in the Ivory Coast. *Oléagineux* 34: 181-189.

- Keifer, H. 1965.** Eriophyid studies B-14. Sacramento: Department of Agriculture Bureau of Entomology. 20p.
- Kennedy, G.C. & D.R. Smitley. 1985.** Dispersal, p. 233-242. In W. Helle & M.W. Sabelis, (eds) Spider mites. Their biology, natural enemies and control. World Crop Pest. Elsevier, 383p.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J de Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2007.** Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* e *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for control biological *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 43: 49-51.
- 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.
- Lindquist, E.E. & C.N. Oldifield. 1996.** Evolution and Phylogeny. Evolution of eriophyoid mites in relation to their host plant, p. 277-297. In E. E. Lindquist, M.W. Sabelis & J. Bruin (eds.), Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier, 790p.
- Mariau, D. 1977.** *Aceria (Eriophyes) guerreronis*: an important pest of African and American coconut groves. Oléagineux 32:109-111.
- Mariau, D. & J.F. Julia. 1970.** L'acariose a *Aceria guerreronis* (Keifer) ravageur du cocotier. Oléagineux 25: 459-464.
- McMurtry, J. A. 1982.** The use of phytoseiids for biological control: progress and future prospects, p. 23-84. In M.A. Hoy (ed.), Recent Advance in knowledge of phytoseiidae. San Diego, University of California Press, 92p.
- Moore, D. & L. Alexander. 1987.** Aspects of migration and colonization of the coconut palm by the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* (Keifer) (Acari: Eriophyidae). Bull. Entomol. Res. 77: 641-650.
- Moore, D., L. Alexander & R.A. Hall. 1989.** The coconut mite, *Eriophyes guerreronis* Keifer in St Lucia yield losses and attempts to control it with acaricide, polybutene e *Hirsutella* fungus. Trop. Pest Manag. 35: 83-89.
- 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. & M.S. Zacarias. 2002.** Use of predatory mites for control of eriophyid mites, p. 78-88. 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.

- Moraes, G.J & C.W.H. Flethmann. 2008.** Características biológicas gerais dos ácaros, p. 64-70. In G.J Moraes & C.W.H. Flethmann (eds.), Manual de Acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 308p.
- Moraes, G.J., A.C. Reis & G.C. Gondim Jr. 2008.** A new species of *Proctolaelaps* Berlese (Acari: Ascidae) from northeastern Brazil. *Internat. J. Acarol.* 34: 267-272.
- Nair, C.P.R. 2002.** Status of eriophyid mite *Aceria guerreronis* Keifer in India, p. 9-12. 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.
- Nault, L.R. & W.E. Styer. 1969.** The Dispersal of *Aceria tulipae* and three other grass-infesting eriophyid mites in Ohio. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 62: 1443-1455.
- Olivera-Fonseca, S. 1986.** El acaro causante de la roña del cocotero em Vera Cruz, México. (Acarina: Eriophyidae). *Folia Entomol. Mex.* 67: 46-51.
- Paul, A & T.B Mathew. 2002.** Loss of husk, quality of fibre and coir due to the infestation of coconut eriophyid mite (*Aceria guerreronis* Keifer). *J. Plant. Crops* 30: 58-60.
- Purseglove, J.W. 1972.** Tropical crops monocotyledons. London, Logman, 607 p.
- Reis, A.C., M.G.C. Gondim Jr, G.J. de Moraes, R. Hana, 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.
- Robbs, C.F. & A.L. Peracchi, 1965.** Sobre a ocorrência de um ácaro prejudicial do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), p. 65-70. In. IX Reunião Fitossanitária, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura.
- Vietmeyer, N.D. 1986.** Lesser-known plants of potential use in agriculture and forestry. *Science, Washington*, 232: 1379-1384.
- Waite, G.K. & J.D. McAlpine. 1992.** Honey bees as carries of lichee erinose mite *Eriophyes litchii* (Acari: Eriophyidae). *Exp. Appl. Acarol.* 15: 299-203.

## CAPÍTULO 2

### ESCALA DIAGRAMÁTICA DE DANO DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) EM COQUEIRO<sup>1</sup>

ANDRÉIA S. GALVÃO, MANOEL G.C. GONDIM JR. E SAMI J. MICHEREFF

Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de  
Medeiros, s/n, Dois irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

---

<sup>1</sup>Galvão, A.S., M.G.C.Gondim Jr & S.J. Michereff. 2008. Escala diagramática de dano de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. Neotrop. Entomol. 37: 723-728.

RESUMO – *Aceria guerreronis* Keifer é importante praga do coqueiro no mundo. Dada a falta de métodos padronizados para a quantificação dos danos causados por esse eriofídeo, uma escala diagramática com níveis de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 48 e 70% de danos foi elaborada e testada para precisão e reprodutibilidade das estimativas. Para validar a escala, frutos com diferentes níveis de dano foram previamente avaliados com o programa Assess<sup>®</sup> e submetidos à avaliação por 10 avaliadores inexperientes com e sem a escala (1ª avaliação) e sete dias após (2ª avaliação) com os mesmos avaliadores, empregando-se as fotos digitalizadas dos mesmos frutos com seqüência diferente. A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por regressão linear simples entre o dano observado e estimado. Sem a utilização da escala, sete de 10 avaliadores superestimaram o nível de dano, sendo pouco precisos. No entanto, avaliadores utilizando a escala obtiveram melhores níveis de acurácia e precisão. Os avaliadores apresentaram níveis mais elevados de reprodutibilidade das estimativas com a utilização da escala comparada às avaliações sem a escala. A escala foi utilizada para determinar a relação entre a infestação e o dano causado por *A. guerreronis*. A relação entre infestação e níveis de dano apresentou elevada precisão ( $R^2 = 99,87\%$ ,  $P < 0,0001$ ) pela equação  $\ln y = 4,948 - 0,121 x + 1,789 \ln x$ . Portanto, os resultados comprovam que é possível estimar a população de *A. guerreronis* nos frutos de coco infestados com a utilização da escala diagramática.

PALAVRAS-CHAVE: *Cocos nucifera*, ácaro do coqueiro, eriofídeo, escala de danos, avaliação de danos, estimativa de danos

## DIAGRAMMATIC SCALE OF *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE)

### DAMAGE IN COCONUT

ABSTRACT – *Aceria guerreronis* Keifer is an important pest of coconut worldwide. Due to the lack of standardized methods to quantify damage of this eriophyid, a diagrammatic scale with indices of 1, 2, 4, 8, 16, 32, 48 and 70% of damage caused by *A. guerreronis* was elaborated and tested to accuracy, precision and reproduction of the estimations. To validate the scale, fruits with different levels of damage were previously measured with the program Assess<sup>®</sup> and submitted to 10 inexperienced evaluators with or without the scale (1<sup>a</sup> evaluation) and seven days after (2<sup>a</sup> evaluation) with the same evaluators, using digitized pictures of the same fruits in a different sequence. The accuracy and precision of each evaluator was determined through linear regression between observed and estimated damage. Without using the scale, evaluators were less precise as seven out of 10 overestimated the damage, while evaluators provided with the scale were much more accurate. Also, evaluations with the aid of the scale were much more reproducible than without the scale. The scale was used to determine the relationship between infestation and damage levels caused by *A. guerreronis*. The relationship between infestation and damage fitted by the equation  $\ln y = 4.948 - 0.121x + 1.789 \ln x$  ( $R^2 = 99.87\%$ ,  $P < 0.0001$ ). Therefore, these findings show that it is possible to estimate *A. guerreronis* population density on infested coconut fruits by using the diagrammatic scale.

KEY WORDS: *Cocos nucifera*, coconut mite, eriophyid, scale of damage, damage evaluation, damage estimation

## Introdução

O ácaro-da-necrose-do-coqueiro *Aceria guerreronis* Keifer é uma das principais pragas do coqueiro na América, África e Ásia (Moore & Howard 1996, Haq *et al.* 2002). Suas colônias localizam-se na região meristemática do fruto coberta pelas brácteas (Alencar *et al.* 1999). Inicialmente, os danos provocados pelo ácaro são manchas branco-amareladas de formato triangular na epiderme dos frutos, que posteriormente se expandem e tornam-se necrosadas (Haq *et al.* 2002). Com o crescimento do fruto, a área necrosada apresenta rachaduras longitudinais, exsudações de resinas e pode ocorrer a deformação do fruto (Cardona & Potes 1971). A queda precoce e intensa dos frutos também é observada (Nair 2002). Eventualmente, esse eriofiídeo pode atacar mudas, provocando lesões que se expandem por toda a folha e, conseqüentemente, causam a morte da planta (Aquino *et al.* 1968). Em virtude dos danos, *A. guerreronis* provoca perdas significativas em todas as regiões produtoras do mundo, causando perda de peso, redução no tamanho e no valor comercial dos frutos (Moore *et al.* 1989, Haq *et al.* 2002).

Os principais danos de *A. guerreronis* são clorose e necrose, observados visualmente na epiderme dos frutos, que podem ser expressos em porcentagem de área danificada. As poucas escalas desenvolvidas para avaliar o nível de dano de *A. guerreronis* (Mariau 1977, Julia & Mariau 1979, Moore *et al.* 1989) não foram submetidas a rigoroso processo de validação, bem como inexistem modelos matemáticos para mensuração dos níveis de danos. A estimativa direta da área danificada é subjetiva, o que pode induzir a erros de acurácia, precisão e reprodutibilidade, que são requisitos essenciais para a validação de escalas diagramáticas. A acurácia refere-se à proximidade de uma estimativa a um valor real de quantidade de dano avaliado, a precisão refere-se à confiabilidade e/ou repetibilidade associadas com uma estimativa, e a reprodutibilidade refere-se à ausência de variação estatística significativa nas estimativas quando a mesma amostra de dano é avaliada por outro avaliador (Cochran 1977, Campbell & Madden 1990).

As escalas diagramáticas são representações ilustradas de uma série de plantas ou partes de plantas com danos em diferentes níveis. Os métodos para a mensuração de danos em geral devem ser de fácil uso e aplicáveis a diferentes condições, como também propiciar resultados acurados, precisos e reprodutíveis (Campbell & Madden 1990). Portanto, o desenvolvimento de escalas diagramáticas para avaliação do nível de danos de *A. guerreronis* em coqueiro validadas através de rigorosos processos estatísticos e correlacionadas com a densidade populacional da praga pode facilitar os trabalhos de estimativa deste ácaro em frutos, facilitando e tornando mais rápidos e precisos os estudos envolvendo sua dinâmica populacional.

Em virtude da inexistência de métodos padronizados para quantificação dos danos causados por *A. guerreronis* em frutos de coqueiro, este trabalho teve como objetivos desenvolver e validar uma escala diagramática para quantificação dos danos por esse eriofídeo, bem como avaliar a relação dos níveis de danos com os níveis de infestação da praga no fruto.

## **Material e Métodos**

**Elaboração da escala diagramática.** Para elaboração da escala diagramática foram coletados 100 frutos de coqueiro da variedade anão verde do segundo ao sexto cacho após a inflorescência totalmente aberta, com diferentes níveis de danos provocados por *A. guerreronis*, em plantios comerciais no município de Maragogi, AL. Os frutos foram fotografados em uma face e as imagens avaliadas com auxílio do programa Assess<sup>®</sup> (Lamari 2002), sendo determinada a área danificada por *A. guerreronis* de cada fruto, obtendo-se a porcentagem de área danificada pelo ácaro. Baseando-se no valor máximo de dano constatado nos frutos coletados, na forma, distribuição e freqüência dos danos, foi confeccionada uma escala diagramática com oito níveis de dano.

**Validação da escala diagramática.** Nos testes de validação da escala diagramática foram utilizadas imagens digitalizadas de 50 frutos de coqueiro com diferentes níveis de danos provocados por *A. guerreronis*. A seleção desse número de frutos possibilitou a distribuição mais uniforme da quantidade de frutos a serem avaliados em cada nível de dano. A porcentagem de dano em cada fruto foi estimada por 10 pessoas sem experiência na quantificação de danos. Inicialmente, a intensidade dos danos foi estimada com e sem o auxílio da escala diagramática. Visando avaliar a repetibilidade das estimativas com a escala diagramática, sete dias após a primeira avaliação, nova seqüência dos mesmos frutos foi organizada e uma segunda estimativa visual foi efetuada com o auxílio da escala pelos mesmos avaliadores.

A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, considerando o dano real obtido eletronicamente como variável independente e o dano estimado pelo avaliador como variável dependente. A acurácia das estimativas de cada avaliador e do conjunto de avaliadores foi determinada pelo teste *t* aplicado ao intercepto da regressão linear (*a*), para verificar a hipótese  $H_0: a = 0$ , e ao coeficiente angular da reta (*b*), para testar a hipótese  $H_0: b = 1$ , ao nível 5% de probabilidade ( $P = 0,05$ ). Valores de interceptos significativamente diferentes de zero indicam superestimacão ( $> 0$ ) ou subestimacão ( $< 0$ ) do dano real a níveis baixos de intensidade de dano, enquanto valores de coeficiente angular da reta que desviam significativamente de 1 (um) indicam superestimacão ( $> 1$ ) ou subestimacão ( $< 1$ ) sistemática do dano real em todos os níveis de intensidade do dano. A precisão das estimativas foi determinada pelo coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ), pela variância dos erros absolutos (dano estimado menos dano real) e pela repetibilidade das estimativas, determinada pela regressão da segunda avaliação em relação à primeira de uma mesma unidade amostral. A reprodutibilidade das estimativas foi determinada pelos valores de  $R^2$  obtidos de regressões lineares entre os danos

estimados da mesma unidade amostral por diferentes avaliadores combinados em pares (Nutter Jr. & Schultz 1995).

**Quantificação de *A. guerreronis* em função dos níveis de danos nos frutos.** Para analisar a relação entre níveis populacionais de *A. guerreronis* nos frutos e danos, foram coletados 12 frutos do segundo ao sexto cacho após a inflorescência totalmente aberta para cada nível de dano da escala diagramática, totalizando 96 frutos. A escala foi aplicada para cada face do fruto e posteriormente utilizou-se a média das três faces. As coletas foram realizadas em Maragogi, sendo os frutos colocados em sacos plásticos, acondicionados em caixa de isopor à baixa temperatura (10-15°C) e transportados ao laboratório, onde foram armazenados em refrigerador por no máximo sete dias, até o término do processamento. As brácteas de cada fruto foram retiradas e suas faces inferior e superior, assim como a epiderme abaixo das brácteas, foram inspecionadas em microscópio estereoscópico. Os ácaros encontrados em cada fruto foram transferidos com auxílio de um pincel de cerdas finas para tubos plásticos de centrifuga (1,5 ml) contendo etanol a 70%. Posteriormente, o volume de cada amostra foi ajustado para 1,5 ml, acrescentando-se uma gota de Tween 80 para quebrar a tensão superficial, e logo em seguida o tubo foi levemente agitado. O conteúdo de cada amostra foi transferido para uma lâmina de Peters e observado em microscópio para estimar a quantidade de eriofiídeos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão linear e não-linear para selecionar os modelos com os melhores ajustes da relação entre porcentagem de área danificada e número de ácaros, com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e no quadrado médio do resíduo (QMR), enquanto a significância das regressões foi verificada pelo teste de F.

Todas as análises de regressão foram efetuadas com o auxílio do programa TableCurve<sup>®</sup> 2D v5.01 (Systat 2002).

## Resultados e Discussão

**Elaboração e validação da escala diagramática.** O valor máximo de dano observado nos frutos foi de 70%. A escala diagramática elaborada para a quantificação dos danos provocados por *A. guerreronis* foi representada pela média das três faces com 1, 2, 4, 8, 16, 32, 48 e 70% de área danificada (Fig. 1).

Na validação da escala diagramática, sete avaliadores foram pouco acurados quando a porcentagem de dano no fruto foi estimada sem o auxílio da escala, apresentando valores do intercepto significativamente ( $P \leq 0,05$ ) superiores a zero para as retas de regressão entre o dano real e o estimado (Tabela 1), evidenciando a superestimação consistente da porcentagem de danos e indicando a presença de desvios positivos constantes. Para quatro avaliadores os valores do coeficiente angular foram significativamente diferentes de 1, indicando a presença de desvios sistemáticos em todos os níveis de danos, com tendência a superestimação para os avaliadores D e H e subestimação para os avaliadores A e J. A precisão das estimativas sem o auxílio da escala, representada pelos coeficientes de determinação, variaram entre 0,69 e 0,87, com média de 0,78 (Tabela 1). A distribuição dos resíduos das avaliações realizadas sem o auxílio da escala diagramática apresentou estimativas com erros absolutos variando entre -33,9 e 58,5 (Fig. 2A).

Com o uso da escala diagramática, na primeira avaliação os valores do intercepto de todos os avaliadores não diferiram significativamente de zero, enquanto na segunda avaliação com a escala apenas um avaliador apresentou valor do intercepto significativamente diferente de zero (Tabela 1). Portanto, na maioria das situações a utilização da escala propiciou a redução dos erros observados sem a utilização da escala, melhorando os níveis de acurácia e precisão das estimativas de danos nos frutos de coqueiro.

Todos os avaliadores melhoraram a precisão das estimativas com a utilização da escala diagramática, pois os coeficientes de determinação médios obtidos na primeira (0,84) e na segunda

avaliação (0,85) com a escala foram superiores ao constatado sem o auxílio da escala (0,78) (Tabela 1).

Com a utilização da escala diagramática, principalmente na segunda avaliação, verificou-se redução nos erros absolutos, é denominado como a diferença entre valores do dano estimado e do dano real (Fig. 2B e C). A ocorrência de algum nível de erro absoluto nas mensurações pode ser compensada pela rapidez e padronização propiciadas pelo uso de escalas diagramáticas.

Os avaliadores evidenciaram boa repetibilidade nas estimativas com o uso da escala diagramática, pois a quantidade média de variação na primeira avaliação explicada pela segunda avaliação foi de 86% (Tabela 2). Entre as duas avaliações, somente para os avaliadores A, B e C os valores do intercepto foram significativamente diferentes de zero e para dois avaliadores (C e G) os valores do coeficiente angular da reta foram significativamente diferentes de 1, com o coeficiente de determinação médio de 86%, indicando alta precisão das estimativas para a maioria dos avaliadores (Tabela 2).

A reprodutibilidade, representada pela distribuição das frequências dos coeficientes de determinação, foi baixa entre os avaliadores sem o auxílio da escala diagramática, pois em somente 2,2% dos casos foi  $\geq 0,90$  (Tabela 3). Por outro lado, com a utilização da escala diagramática as avaliações apresentaram elevada reprodutibilidade, pois nas duas avaliações os valores do coeficiente de determinação foram elevados, sendo  $\geq 0,90$  em 68,9% dos casos na primeira avaliação e 95,6% na segunda. (Tabela 3). Portanto, o uso da escala diagramática aumentou a reprodutibilidade das estimativas obtidas por diferentes avaliadores. A melhoria da qualidade das estimativas na segunda avaliação com a escala, em relação à primeira, indica que além da utilização da escala, a familiarização dos avaliadores com o dano e o treinamento destes pode melhorar a acurácia e a precisão das estimativas (Nutter Jr. *et al.* 2006).

Os níveis de acurácia, precisão e reprodutibilidade das mensurações dos danos apresentados nos frutos melhoraram significativamente com o uso da escala diagramática, indicando que sua adoção poderá propiciar informações mais precisas sobre a intensidade dos danos provocados por *A. guerreronis*, sendo dessa forma uma ferramenta indispensável para quantificação dos danos provocados pela praga.

**Relação entre população de *A. guerreronis* e níveis de danos nos frutos.** A relação entre população de *A. guerreronis* e níveis de danos nos frutos de coqueiro está representada na Fig. 3. O modelo logarítmico  $\ln y = 4,948 - 0,121x + 1,789 \ln x$ , onde  $y$  é o número médio de ácaros/frutos e  $x$  o nível de dano estimado com a escala diagramática, propiciou o ajuste dos dados com elevada precisão ( $R^2 = 99,87\%$ ,  $P < 0,0001$ ). O número médio de ácaros/fruto aumentou gradativamente de 53 até 2.925, com níveis de dano de 1% a 16%, respectivamente. A partir desse nível de infestação e de dano houve um declínio na população de *A. guerreronis*, atingindo 51 ácaros/fruto, no nível de dano de 70%. Provavelmente, frutos com mais de 16% de epiderme necrosada não proporcionam condições adequadas para o aumento da população de ácaros. Isto pode ser uma consequência do estágio fisiológico do fruto que não apresenta condições tão adequadas de alimentação para esse eriofídeo e também da competição intra-específica de *A. guerreronis* por espaço e alimento. Frutos danificados pelo ácaro ficam mais suscetíveis ao abortamento e queda prematura (Nair 2002) em função de vários fatores, como estresses abióticos sofridos pela planta (déficit hídrico, pluviosidade elevada e deficiências nutricionais), entrada de pragas e microorganismos, entre outros. Essas alterações podem estimular a dispersão desses ácaros por caminhamento (intra-planta), forese, e sobretudo pelo vento, que constitui a principal forma de dispersão para ácaros fitofágos (Alves *et al.* 2005). Vale lembrar que frutos danificados pelo ácaro podem chegar a ser colhidos, embora com menor peso e tamanho ou deformados (Haq *et al.* 2002). Moore & Alexander (1987) estudaram o processo de colonização em frutos por *A. guerreronis*,

observando que a maior população de ácaros ocorre em frutos que apresentaram de 5% a 15% de área danificada.

A relação entre a população de *A. guerreronis* e o nível de dano estabelecido pela escala diagramática pode sofrer influência em relação à variedade estudada. Portanto, essa escala pode apresentar alguma variação em relação à população da praga em coqueiros de outras variedades.

Estudos de levantamento e dinâmica populacional de *A. guerreronis* é uma tarefa dispendiosa de tempo e mão-de-obra, em virtude da dificuldade de se estimar grandes populações de ácaros de diminuto tamanho em uma superfície não plana e em grande quantidade de frutos. A possibilidade de utilização de uma escala diagramática que facilite a estimativa de dano provocado por *A. guerreronis*, aliada à correlação entre os níveis de danos e níveis de infestação no fruto através de uma equação logarítmica, pode facilitar a execução de pesquisas que ajudem no entendimento de diversos processos ecológicos e comportamentais desse eriofídeo, com melhor qualidade nas estimativas populacionais.

### **Agradecimentos**

Ao Dr. Gilberto José de Moraes pelas críticas a este artigo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado a primeira autora. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a pesquisa e bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo e terceiro autores.

### **Literatura Citada**

**Alencar, J.A., F.N.P. Haji & F.R.B. Moreira. 1999.** Ácaro-da-necrose-do-coqueiro *Aceria guerreronis*: Aspectos bioecológicos, sintomas, danos e medidas de controle. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 18p. (Embrapa Semi-arido. Documento).

- Alves, E.B., N.F.B. Casarin & C. Omoto. 2005.** Mecanismo de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citrus. Neotrop. Entomol. 34: 89-96.
- Aquino, M.L.N., C.H.W. Flechtmann & G.P. de Arruda. 1968.** Contribuição ao estudo do ácaro causador da necrose do olho do coqueiro em Pernambuco e seu controle. Recife, IPA, 17p. (Boletim Técnico, 34).
- Bergh, J.C. & C.W. McCoy. 1997.** Aerial dispersal of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) from Florida citrus groves. Environ. Entomol. 26: 256-264.
- Campbell, C.L. & L.V. Madden. 1990.** Introduction to plant disease epidemiology. New York, John Wiley, 532p.
- Cardona, I.Z. & A.S. Potes. 1971.** La ronã o escorión de los frutos del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Colômbia. Acta Agron. 21: 133-139.
- Cochran, W.G. 1977.** Sampling techniques. 3<sup>rd</sup> ed. New York, John Wiley & Sons, 428p.
- 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.
- Julia, J.F. & D. Mariau. 1979.** Nouvelles recherches em Cote-d'Ivoire sur *Eriophyes guerreronis* K., acarien ravageur des noix du cocotier. Oleagineux 34: 181-187.
- Lamari, L. 2002.** Assess: Image analysis software for plant disease quantification. St Paul, APS Press, (CD-Rom).
- Mariau, D. 1977.** *Aceria* (Eriophyes) *guerreronis*: An important pest of african and american coconut groves. Oleagineux 32:100-111.
- 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.
- Moore, D. & L. Alexander. 1987.** Aspects of migration and colonization of the coconut palm by the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* (Keifer) (Acari: Eriophyidae). Bull. Ent. Res. 77: 641-650.
- Moore, D., L. Alexander & R.A. Hall. 1989.** The coconut mite, *Eriophyes guerreronis* Keifer in St Lucia yield losses and attempts to control it with acaricide, polybutene and *Hirsutella* fungus. Trop. Pest Manag. 35: 83-89.

**Nair, C.P.R. 2002.** Status of eriophyid mite *Aceria guerreronis* Keifer in India, p.9-12. 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.

**Nutter Jr., F.W., P.D. Esker & R.A. Coelho Netto. 2006.** Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. Eur. J. Plant Pathol. 115: 95-103.

**Nutter Jr., F.W. & P.M. Schultz. 1995.** Improving the accuracy and precision of disease assessments: Selection of methods and use of computer-aided training programs. Can. J. Plant Pathol. 17: 174-184.

**Systat. 2002.** Systat for Windows™ version 5.01. Systat Software Inc. Chicago - IL, USA.

Tabela 1. Estimativas do intercepto ( $a$ ), do coeficiente angular da reta ( $b$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas visuais de danos de frutos de coqueiro provocados por *Aceria guerreronis* efetuadas por 10 avaliadores, sem e com o auxílio da escala diagramática.

Avaliador	Sem escala			Com escala					
				1ª Avaliação			2ª Avaliação		
	$a$	$b$	$R^2$	$a$	$b$	$R^2$	$a$	$b$	$R^2$
A	9,39*	0,82*	0,73	-2,87	1,08	0,83	3,37	1,12	0,85
B	4,88*	0,95	0,83	-1,53	1,06	0,82	-0,26	1,08	0,85
C	11,21*	0,89	0,75	0,91	1,01	0,84	2,24	0,87	0,83
D	-0,41	1,20*	0,87	-0,85	1,03	0,85	0,69	1,05	0,85
E	11,88*	1,04	0,77	2,79	1,10	0,89	3,80*	1,07	0,90
F	11,75*	1,03	0,75	2,72	0,88	0,81	0,97	1,07	0,85
G	10,78*	0,93	0,76	0,71	1,07	0,84	-1,79	1,00	0,85
H	1,65	1,25*	0,87	3,69	1,08	0,86	1,43	1,10	0,87
I	7,33*	1,10	0,69	2,17	0,96	0,83	-1,39	1,02	0,83
J	-0,44	0,74*	0,79	1,78	0,86	0,79	-2,35	1,00	0,80
Média	-	-	0,78	-	-	0,84	-	-	0,85

\*Representa situações onde a hipótese de nulidade ( $a = 0$  ou  $b = 1$ ) foi rejeitada pelo teste  $t$  ( $P = 0,05$ ).

Tabela 2. Estimativas do intercepto ( $a$ ), do coeficiente angular da reta ( $b$ ) e do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando a segunda à primeira estimativa dos danos nos frutos por um mesmo avaliador, com o auxílio da escala diagramática.

Avaliador	$A$	$b$	$R^2$
A	8,53*	0,94	0,85
B	3,48*	0,93	0,88
C	3,14*	0,84*	0,88
D	2,51	0,99	0,89
E	2,11	0,93	0,94
F	2,80	0,96	0,73
G	-0,96	0,88*	0,89
H	-0,52	0,95	0,87
I	-0,79	0,91	0,81
J	-2,71	1,08	0,89
Média	-	-	0,86

\*Indica que a hipótese de nulidade ( $a = 0$  ou  $b = 1$ ) foi rejeitada pelo teste  $t$  ( $P = 0,05$ ).

Tabela 3. Frequência<sup>1</sup> (%) dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de equações de regressão linear simples relacionando as estimativas dos danos provocados por *Aceria guerreronis* entre avaliadores sem o auxílio da escala diagramática e com auxílio da escala diagramática na primeira e segunda avaliação.

Intervalo de coeficiente de determinação ( $R^2$ )	Sem escala	Com escala	
		1 <sup>a</sup> Avaliação	2 <sup>a</sup> Avaliação
0,60 – 0,69	2,2	0,0	0,0
0,70 – 0,79	51,2	0,0	0,0
0,80 – 0,89	44,4	31,1	4,4
0,90 – 1,00	2,2	68,9	95,6

<sup>1</sup>Calculada considerando o número de ocorrências do intervalo em relação ao total de 45 combinações possíveis entre os 10 avaliadores em cada avaliação do dano provocado por *A. guerreronis*.

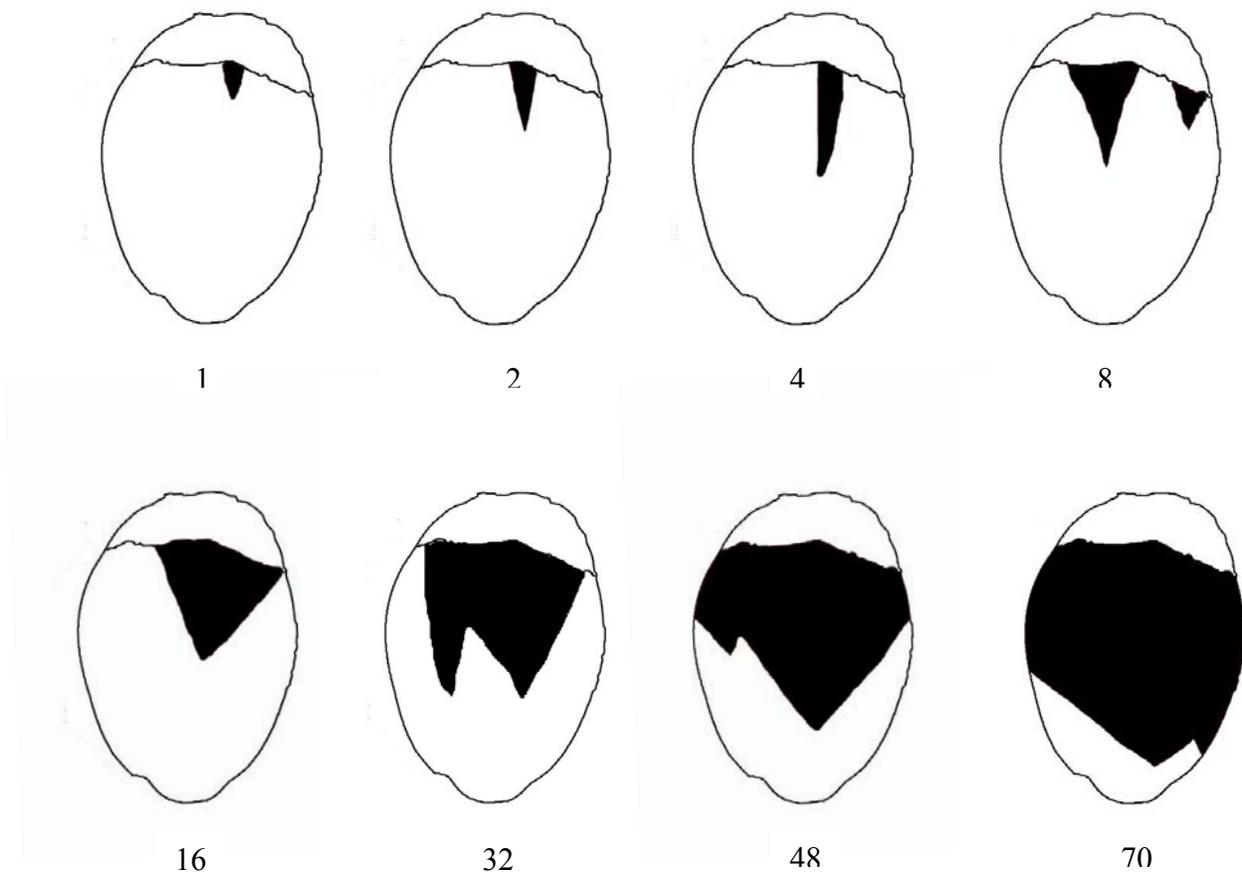


Figura. 1. Escala diagramática para avaliação dos danos provocados por *Aceria guerreronis* em frutos de coqueiro indicando os níveis de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 48 e 70% de danos.

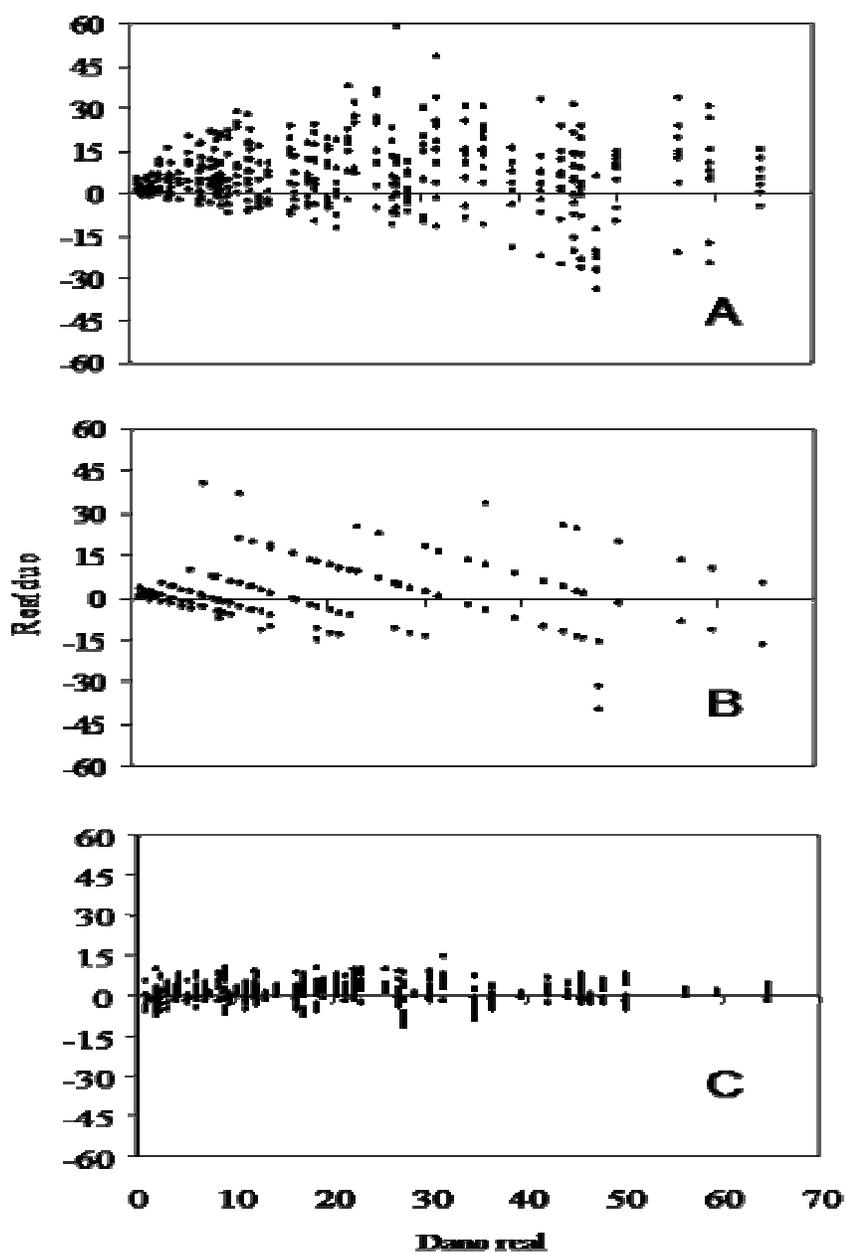


Figura. 2. Distribuição dos resíduos (dano estimado-dano real) das estimativas dos danos de *Aceria guerreronis* em frutos de coqueiro realizadas sem auxílio da escala diagramática (A) e com auxílio da escala diagramática na primeira (B) e na segunda (C) avaliação.

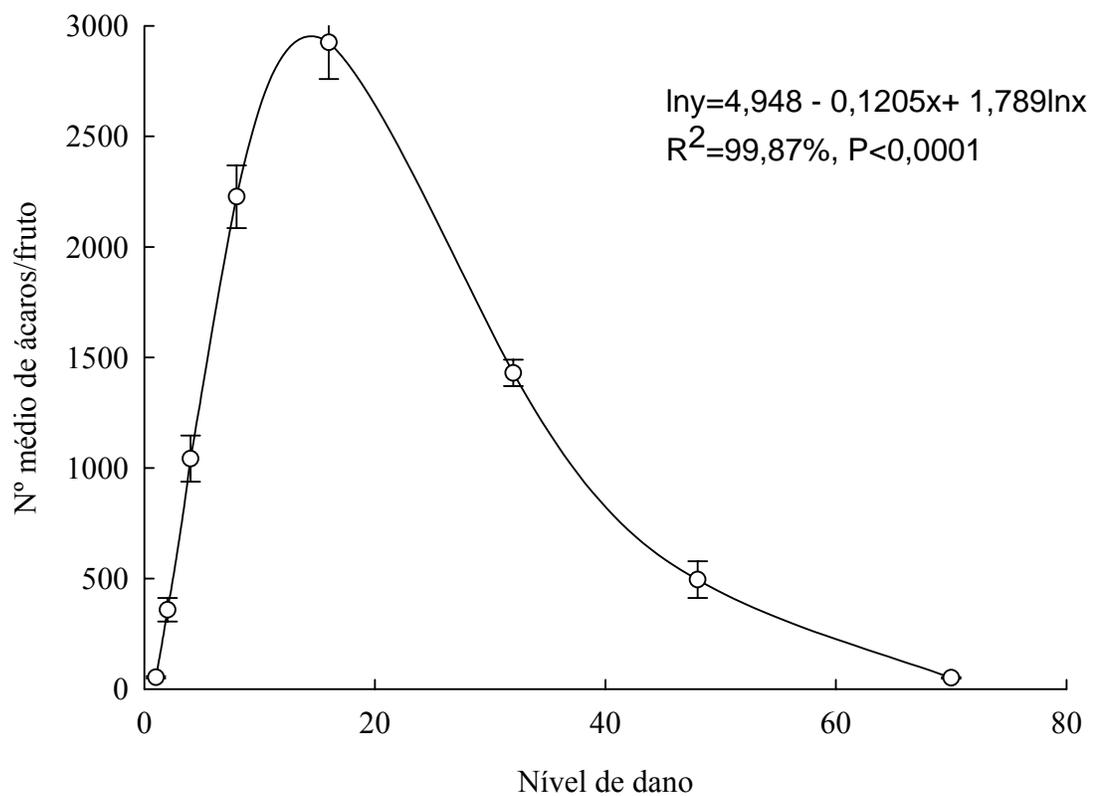


Figura. 3. Número médio da população de *Aceria guerreronis* por fruto em função dos níveis de danos estabelecidos com escala diagramática.

### CAPÍTULO 3

DISTRIBUIÇÃO DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) E *Neoseiulus baraki* ATHIAS-HENRIOT (ACARI: PHYTOSEIIDAE) EM COQUEIRO NO NORDESTE DO BRASIL<sup>1</sup>

ANDRÉIA S. GALVÃO<sup>2</sup>, MANOEL G.C. GONDIM JR<sup>2</sup> E GILBERTO J. MORAES<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

---

<sup>1</sup>Galvão, A.S., M.G.C.Gondim Jr & G.J.Moraes. 2009. Distribution of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) e *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on coconut in Northeastern Brazil. Exp. Appl. Acarol. Submetido.

RESUMO – *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) é considerada a principal praga do coqueiro em muitos países nas Américas, África e parte da Ásia. *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) é um dos principais ácaros predadores encontrado em associação com *A. guerreronis*. O objetivo desse trabalho foi estudar a distribuição de *A. guerreronis* e *N. baraki* em cachos do coqueiro. Foi testada a hipótese de que *A. guerreronis* e *N. baraki* se distribuem de forma homogênea em relação à idade do cacho e a posição do fruto no cacho. Foram feitas 15 coletas dos cachos 2 a 6 em três localidades no nordeste do Brasil. Um total de 75 cachos e 1986 frutos foram avaliados durante um período de nove meses. Todos os frutos do cacho foram coletados, para a determinação do número de ácaros e da porcentagem de danos. O número de *A. guerreronis* variou com a idade do cacho, sendo a maior população observada no cacho 4, e as menores nos cachos 2 e 6. A maior densidade de *N. baraki* foi observada no cacho 5. Não foram verificadas diferenças significativas entre as densidades de *A. guerreronis* e *N. baraki* para as regiões basal, mediana e apical do cacho. Os resultados do presente estudo sugerem que a redução da população da praga após o cacho 4 pode ser devido ao efeito do predador à redução da proporção de tecidos não necrosados, propícios ao ataque do ácaro, assim como às características menos favoráveis dos frutos mais velhos na alimentação de *A. guerreronis*.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro, *Cocos nucifera*, controle biológico, ecologia, predador

DISTRIBUTION OF *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) AND  
*Neoseiulus baraki* ATHIAS-HENRIOT (ACARI: PHYTOSEIIDAE) ON COCONUT IN  
NORTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT – *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) is considered a major pest of coconut in many countries in the Americas, Africa and parts of Asia. *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) is one of the most commonly found predatory mites in association with *A. guerreronis*. The objective of this work was to study the distribution of *A. guerreronis* and *N. baraki* between and with coconut bunches. The hypothesis that *A. guerreronis* and *N. baraki* are homogenously distributed regarding the age and position of each fruit in the bunch was tested. Therefore, fifteen collections of bunches 2 to 6 were conducted in three fields in northeastern Brazil. A total of 75 bunches and 1986 fruits was evaluated during a period of 9 months. All fruits of each bunch were collected for the determination of the number of mites and of the damage. The number of *A. guerreronis* varied with bunch age, the highest numbers being observed on bunch 4, and the lowest on bunches 2 and 6. The highest density of *N. baraki* was observed on bunch 5. No significant differences were observed between densities of either *A. guerreronis* or *N. baraki* in the basal, median and distal thirds of the bunches. The results of the present study suggest that the reduction of the population of the pest after bunch 4 could be due to the effect of the predator, the reduction of the proportion of undamaged tissues, amenable to attack, as well as to the less favorable characteristics of the fruits to the attack of *A. guerreronis*, fruits get older.

KEY WORDS: Mite, *Cocos nucifera*, biological control, ecology, predator

## Introdução

*Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) é considerada uma das principais pragas do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) nas Américas, África e partes da Ásia (Moore & Howard 1996, Seguni 2002, Lawson-Balagbo *et al.* 2008a). As colônias desse eriofiídeo localizam-se abaixo das brácteas, onde causam necrose na superfície inferior destas e na superfície subjacente dos frutos e, frequentemente, abortamento destes (Nair 2002). Mesmo quando não são abortados os frutos atacados comumente apresentam redução de peso, tamanho, quantidade de albúmen líquido e sólido e, conseqüentemente, diminuição do valor comercial. Perdas na produção podem ser superiores a 60% (Moore 2000). A ocorrência de *A. guerreronis* em outras partes do coqueiro aparentemente se dá apenas quando o ácaro está em processo de dispersão.

Outro grupo de ácaros mais frequentemente encontrados nos frutos do coqueiro são os predadores da família Phytoseiidae (Moraes & Zacarias 2002, Moraes *et al.* 2004, Reis *et al.* 2008), como *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot e *Neoseiulus paspalivorus* (De Leon) (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a), espécies comumente encontradas em associação com *A. guerreronis* (Moraes & Zacarias 2002, Negloh *et al.* 2008). Estes dois predadores têm corpo achatado e pernas curtas (Chant & McMurtry 2003), diferentemente da maioria de outros predadores encontrados no coqueiro, como *Amblyseius largoensis* (Muma) e *Euseius alatus* DeLeon (Lawson-Balagbo *et al.* 2008a, Reis *et al.* 2008). Por esta razão, *N. baraki* e *N. paspalivorus* conseguem chegar até onde se localizam as colônias de *A. guerreronis*, o que não ocorre com os outros fitoseídeos comumente encontrados em coqueiros (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a). *Neoseiulus baraki* é a espécie mais frequentemente encontrada em associação com *A. guerreronis* no litoral dos Estados de Alagoas, Paraíba e Pernambuco, no nordeste do Brasil, enquanto *N. paspalivorus* é frequentemente encontrado no litoral dos estados do Ceará, Maranhão e Piauí (Lawson-Balagbo *et al.* 2008a, Reis *et al.* 2008).

*Aceria guerreronis* está presente em frutos de diferentes idades (Moore & Alexander 1987, Fernando *et al.* 2003), embora suas injúrias aparentemente se intensifiquem com a idade do cacho. O melhor conhecimento da distribuição de *A. guerreronis* e seus predadores em relação à idade dos cachos e posição relativa dos frutos no cacho podem oferecer subsídios para tornar o seu controle mais eficiente. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de *A. guerreronis* e *N. baraki* entre frutos do coqueiro de diferentes idades e entre frutos de distintas regiões do cacho em coqueirais dos Estados de Alagoas, Paraíba e Pernambuco.

### **Material e Métodos**

O estudo foi realizado com cachos da variedade anão verde proveniente de campos localizados nos seguintes municípios: Itamaracá, Estado de Pernambuco (07°46'19"S, 34°52'39"W), Maragogi, Estado de Alagoas (08°58'43"S, 35°11'10"W) e Pitimbu, Estado da Paraíba (07°28'16"S, 34°48'27"W). Foram realizadas cinco coletas em cada campo: fevereiro a junho, abril a agosto e junho a outubro de 2007. Em cada coleta, foram retirados cinco cachos de idades diferentes de cada campo das folhas 12, 13, 14, 15 e 16 a partir do ápice, sendo o cacho da folha 12 correspondente ao penúltimo cacho em que os frutos já se encontravam formados. No restante deste trabalho estes cachos serão referidos como cachos 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente. Em cada ocasião, cada cacho foi retirado de uma planta diferente.

Os cachos coletados foram conduzidos ao laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e seccionados em três regiões de igual comprimento, da inserção da espiguetta mais basal à inserção da espiguetta mais distal. Todos os frutos de cada cacho foram considerados nas avaliações. No total, foram examinados 1986 frutos sendo (407 de Maragogi, 914 de Itamaracá e 665 de Pitimbu).

A cada fruto coletado foi atribuída uma nota referente à intensidade de dano causado por *A. guerreronis*, com base na escala descrita por Galvão *et al.* (2008). Em seguida, cada fruto foi colocado em um saco plástico e armazenado em refrigerador por no máximo sete dias, até que fosse examinado. As brácteas de cada fruto foram retiradas, inspecionando-se, sob estereomicroscópio, cada uma destas e a superfície do fruto por estas coberta. Os diferentes estágios pós-embrionários de *A. guerreronis* e os adultos de *N. baraki* e, nesta ordem, foram coletados com pincel e postos em recipientes separados, contendo cada um 1,5 ml de álcool a 70%. Para confirmar a avaliação dos danos feita para todos os frutos considerados no estudo com base na escala de Galvão *et al.* (2008), a porcentagem da área danificada abaixo do perianto foi estimada para 25 frutos de cada cacho coletado em Itamaracá-PE. Para tanto, as brácteas de cada fruto foram removidas, fotografando-se a seguir a área por estas coberta como uma câmara, digital, 7,2 pixels, posicionada a 20 cm da superfície a ser fotografada. Em seguida, com o uso do programa Adobe Photoshop CS<sup>®</sup>, as regiões danificadas por *A. guerreronis*, a região de inserção do pedúnculo e o restante da superfície fotografada foram pintadas com cores diferentes, usando-se então o programa Assess<sup>®</sup> (Lamari 2002) para determinar a proporção da área necrosada pelo ácaro.

Para a contagem dos adultos de *N. baraki*, o conteúdo de cada recipiente em que estes haviam sido coletados foi transferido para um vidro de relógio, sendo então examinado sob estereomicroscópio. Para a contagem de *A. guerreronis*, o conteúdo de cada recipiente foi transferido para uma Lâmina de Peters, acrescentando-se uma gota de detergente Tween 80 para quebrar a tensão superficial, agitando-se a seguir levemente o líquido com um pincel. Após 5 minutos, os ácaros precipitaram-se, sendo então contados sob microscópio óptico a 400x. Após a contagem, todos os ácaros predadores e uma amostra de 10 eriofídeos de cada fruto foram montados em lâminas de microscopia para a confirmação da identidade das espécies.

O teor de lignina da epiderme não danificada do fruto sob as brácteas foi determinado utilizando-se 84 frutos de cada um dos cachos 2 a 6, coletados de 10 plantas diferentes do campo de Itamaracá em junho de 2009. Para os cachos de cada idade, retiraram-se de cada fruto de 10 a 15 secções de aproximadamente  $1\text{cm}^2$  e 1 mm de espessura, sendo as secções colocadas em uma bandeja e secas em estufa a  $60 \pm 5$  °C durante três dias. Após este período, o material foi moído em moinho de facas tipo Willey e homogeneizado. Uma alíquota de 2 g deste material foi utilizada para a extração dos derivados solúveis, utilizando-se o método da extração contínua por solvente orgânico (hexano) em aparelho tipo Soxhlet. Finalmente, o teor de lignina das amostras foi determinado pelo método de Klason (Kirk & Obst 1988). Foram realizadas 5 repetições para cada idade de cacho.

Todas as análises estatísticas foram realizadas empregando-se o programa SAS (SAS, Institute 2001). Determinaram-se os modelos de regressão das densidades populacionais de *A. guerreronis* e *N. baraki*, das proporções de frutos atacados por *A. guerreronis*, das notas médias dos danos e das proporções de lignina nos frutos, através do PROG REG. Para avaliar a possível influência da região do cacho e do número de frutos sobre a porcentagem de frutos dos cachos 2 a 6 infestados com *A. guerreronis*, realizou-se a análise de covariância da porcentagem de infestação dos frutos em relação ao número de frutos em cada região do cacho. As densidades médias e as proporções de frutos infestados com *A. guerreronis* nas distintas regiões dos cachos foram submetidas à ANOVA, sendo os dados para densidade média previamente transformados em  $\log(x+1)$  para normalização, e comparados pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). As comparações das proporções de frutos infestados em cada região do cacho por *A. guerreronis*, densidade média de *N. baraki* por fruto e porcentagem de frutos contendo *N. baraki* foram feitas por testes não paramétricos (PROC NPAR1WAY; Kruskal Wallis).

## Resultados

**Densidade dos ácaros** - Considerando todas as regiões dos cachos de diferentes idades conjuntamente, a densidade de *A. guerreronis* variou de 130 a 1060 ácaros por fruto, aumentando progressivamente do cacho 2 ao cacho 4 e reduzindo drasticamente a partir deste. O modelo quadrático ( $y = -2369,66 + 1620,94x - 199,21x^2$ ) ajustou-se adequadamente à relação entre a densidade de *A. guerreronis* e a idade do cacho, explicando 89% da variação observada ( $R^2 = 0,89$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 1A).

Quando foram consideradas separadamente a região basal, mediana e apical dos cachos de diferentes idades, os padrões de variação observados foram aproximadamente os mesmos ao se considerar conjuntamente todos os frutos dos cachos de diferentes idades, sendo pequena a diferença numérica entre as densidades de *A. guerreronis* nos frutos da região apical dos cachos 4 e 5 (Fig. 2A).

Considerando-se todos os cachos de diferentes idades conjuntamente, não foram observadas diferenças significativas entre ( $F_{2, 223} = 0,69$ ;  $P = 0,5041$ ) as densidades (médias  $\pm$  EP) de *A. guerreronis* determinadas para as regiões basal ( $552 \pm 56$ ), mediana ( $512 \pm 61$ ) e apical ( $499 \pm 62$ ) dos cachos entre si.

A densidade de *N. baraki* variou de  $0,1 \pm 0,0$  a  $2,8 \pm 0,4$  ácaros por fruto, aumentando do cacho 2 ao cacho 5 e reduzindo drasticamente no cacho 6 (Fig. 1B). O modelo quadrático ( $y = -5,78 + 3,59x - 0,41x^2$ ) ajustou-se à relação entre a densidade de *N. baraki* e a idade do cacho, explicando 38 % da variação observada ( $R^2 = 0,38$ ;  $P < 0,05$ ). Considerando separadamente as regiões basal, mediana e apical dos cachos de diferentes idades, os padrões de variação observados foram semelhantes ao que se obteve ao considerar todos os frutos dos cachos de diferentes idades conjuntamente (Fig. 2B).

Quando todos os cachos de diferentes idades foram considerados conjuntamente, não foram observadas diferenças significativas entre as densidades de *N. baraki* determinadas para as regiões basal ( $1,4 \pm 0,2$ ), mediana ( $1,5 \pm 0,2$ ) e apical ( $1,0 \pm 0,2$ ) dos cachos ( $\chi^2=3,49$ ;  $P=0,1745$ ).

**Proporções de frutos com ácaros** - No total, 1336 frutos estavam infestados por *A. guerreronis*, o que corresponde a 67% dos frutos analisados. Semelhantemente ao que se observou em relação às densidades, a proporção de frutos infestados aumentou do cacho 2 ao cacho 4. No entanto, a proporção de frutos infestados manteve-se aproximadamente a mesma no cacho 5, havendo pequena redução no cacho 6. A relação entre a porcentagem de infestação e a idade do cacho foi adequadamente representada pelo modelo quadrático ( $y = -74,01 + 70,32x - 17,50x^2$ ), que explicou 88% da variação observada ( $R^2 = 0,88$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 3)

Considerando separadamente as diferentes regiões dos cachos de diferentes idades, observou-se um aumento na proporção de frutos com *A. guerreronis* do cacho 2 ao cacho 4, permanecendo esta proporção aproximadamente a mesma nos frutos das regiões basal e mediana dos cachos 5 e 6. Na região apical, as proporções de frutos com *A. guerreronis* foram aproximadamente as mesmas nos cachos 4 e 5, mas a proporção foi menor no cacho 6 (Fig. 4A).

Da mesma forma que para as densidades, considerando todos os cachos de diferentes idades conjuntamente, não foram observadas diferenças significativas entre as proporções de frutos com *A. guerreronis* determinadas para as regiões basal ( $83,7 \pm 2,7$ ), mediana ( $69,0 \pm 4,0$ ) e apical ( $74,5 \pm 4,0$ ) dos cachos ( $\chi^2=2,59$ ;  $P=0,1087$ ).

Considerando separadamente as diferentes regiões dos cachos, a proporção de frutos com *N. baraki* nas regiões basal e mediana aumentou do cacho 2 ao cacho 4, permanecendo aproximadamente estável no cacho 5 e reduzindo drasticamente no cacho 6. Na região apical, a proporção de frutos com *N. baraki* aumentou do cacho 2 ao cacho 5, reduzindo também drasticamente no cacho 6 (Fig. 4B). Quando se considerou as regiões dos cachos conjuntamente

não foram observadas diferenças significativas entre as proporções de frutos com *N. baraki* determinadas para as regiões basal ( $81,5 \pm 4,3$ ), mediana ( $75,3 \pm 5,4$ ) e apical ( $63,6 \pm 5,6$ ) dos cachos ( $\chi^2=4,33$ ;  $P= 0,1445$ ).

Na análise de covariância, levando em consideração todos os frutos amostrados, observaram-se diferenças significativas entre regiões e entre a interação região x número de frutos em relação à proporção de frutos infestados (Tabela 1). De acordo com o número de frutos considerados, a proporção de frutos infestados aumentou na região basal, mas diminuiu nas regiões mediana e apical (Fig. 5).

**Evolução dos danos** - A nota média dos danos causados aos frutos por *A. guerreronis* aumentou continuamente do cacho 2 ao cacho 6 (Fig. 6A). O modelo linear ( $y= 12,4 - 25,6x$ ) representou adequadamente a relação entre os níveis de danos e a idade dos cachos, explicando 89% da variação observada ( $r^2= 0,89$ ;  $P<0,0001$ ). De maneira semelhante, a porcentagem de área necrosada abaixo da bráctea aumentou em função da idade dos frutos coletados em Itamaracá, ajustando-se adequadamente os dados obtidos ao modelo quadrático ( $y=-61,58 + 39,55x-3,17x^2$ ), explicando 99% da variação observada ( $R^2= 0,99$ ;  $P< 0,001$ ) (Fig. 6B).

**Teor de lignina** - O teor de lignina dos frutos aumentou continuamente do cacho 2 ao 6 (Fig. 7), sendo este aumento adequadamente representada pelo modelo linear ( $y= 12,84 - 2,99x$ ;  $r^2= 0,90$ ;  $P< 0,001$ ).

## Discussão

O padrão de distribuição de *A. guerreronis* nos cachos de diferentes idades observado no presente estudo é compatível com o que tem sido determinado em outros países. As densidades mais altas foram relatadas em cachos de 3 a 6 meses de idade na ilha caribenha de Santa Lucia

(Moore & Alexander 1987), em cachos de 3 e 4 meses de idade em Tamil Nadu, Índia (Thirumalai *et al.* 2004) e em cachos de 4 meses de idade no Sri Lanka (Aratchige *et al.* 2007).

No presente trabalho, chama a atenção a diferença entre o padrão de progressão da densidade de *A. guerreronis* e o padrão da proporção de frutos infestados, após o cacho 4. Enquanto a densidade populacional reduziu drasticamente após o cacho 4, a proporção de frutos infestados reduziu muito pouco a partir daquele cacho. Esta observação indica que a redução da densidade não resultou na eliminação total de *A. guerreronis* nos frutos, a não ser em uma proporção pequena destes no cacho 6. Este padrão de relação foi observado quando todos os frutos foram considerados conjuntamente e para cada região do cacho considerada separadamente.

Uma questão a ser respondida é se os inimigos naturais, mais especificamente *N. baraki*, pode ser reponsável pela dinâmica populacional de *A. guerreronis* em relação à idade dos cachos. Os resultados mostraram que o pico populacional de *N. baraki* ocorreu um pouco mais tarde que o de *A. guerreronis* (no quinto, ao invés de no quarto cacho), reduzindo a seguir com a progressiva redução da população da praga. Este padrão é compatível com o que é usualmente esperado em uma interação presa/predador, ocorrendo o pico da primeira um pouco antes daquele do segundo (Nicholson 1933). Assim, parece possível que *N. baraki* tenha tido um papel significativo no padrão observado de variação da população de *A. guerreronis*.

Trabalhos conduzidos em laboratório (Negloh *et al.* 2008, De Silva & Fernando 2008, Domingos *et al.* 2009) têm demonstrado que *A. guerreronis* é uma presa adequada ao desenvolvimento e reprodução de *N. baraki*.

Embora não existam na literatura informações sobre a capacidade de predação de *N. baraki* sobre *A. guerreronis*, a densidade média de cerca de 2,8 *N. baraki* por fruto, determinada como máxima neste estudo, poderia indicar ser pouco provável que este predador conseguisse reduzir as densidades de *A. guerreronis*, de cerca de 1060 ácaros por fruto, no cacho 4, para cerca de 175

ácaros por fruto no cacho 6. Entretanto, é possível que a densidade de predadores tenha sido subestimada neste estudo. Fitoseídeos têm mobilidade muito maior que eriofídeos, dispersando muito mais rapidamente quando perturbados. A avaliação dos ácaros abaixo das brácteas e sobre a superfície do fruto por estas cobertas requer a remoção daquelas, o que sempre resulta em distúrbio significativo, que provavelmente conduz à dispersão do predador. Assim, *N. baraki* poderia ter tido impacto significativo sobre a população de *A.guerreronis*. No entanto, o efeito presumível do predador não foi suficiente para impedir a praga de causar danos significativos aos frutos. Os danos foram causados porque o predador necessita de um determinado tempo para aumentar o nível populacional até um ponto em que seja capaz de reduzir a população da praga. Parece muito interessante que, apesar da grande redução populacional da praga, a percentagem de tecidos danificados tenha aumentado do cacho 4 para o cacho 5, mantendo-se o mesmo no cacho 6. Esse padrão provavelmente está relacionado a uma reduzida taxa de crescimento dos frutos após o cacho 4, o que implica que o nível reduzido da população da praga ainda possa contribuir para um aumento da soma da área danificada. O aumento da extensão de tecido danificado foi maior que 50% em frutos do cacho 5 e 6. Isso pode ter sido outro fator importante que contribuiu para a redução do nível populacional da praga sobre os cachos.

Outra causa que poderia estar envolvida na redução da densidade da praga após o cacho 4 é a mudança das características dos frutos à medida que estes envelhecem. É de se esperar que frutos de diferentes idades apresentem características diferentes, cujos efeitos sobre a dinâmica populacional da praga possam também ser diferentes. São muitas as possíveis variações dos frutos com a idade. Como um indicador destas variações, avaliou-se neste estudo a variação do teor de lignina na região dos frutos abaixo das brácteas, onde *A. guerreronis* se desenvolve. Tem sido sugerido na literatura que o teor de lignina possa estar relacionado à maior ou menor favorabilidade de um substrato como alimento a uma praga (Fogan & Gowen 1996). A lignina é

um dos principais componentes das gimnospermas e angiospermas, sendo responsável pela resistência mecânica destas e pela proteção de seus tecidos contra o ataque de microorganismos (Fengel & Wegener 1989) e artrópodes (Tsuduki *et al.* 2006). De acordo com Deshamps (1999) o teor de lignina aumenta com o avanço da idade fisiológica do órgão vegetal, o que também foi observado no presente estudo. Thirumalai *et al.* (2004) hipotetizaram que a redução da população de *A. guerreronis* a partir do cacho 5 pudesse ser devida à maior dureza dos tecidos dos frutos mais velhos. Logo, o aumento do teor de lignina nos tecidos do perianto dos frutos mais velhos poderia supostamente dificultar a penetração dos estiletes de *A. guerreronis* no tecido vegetal. Contudo, não existe uma relação direta entre os teores de lignina determinados no presente trabalho e as densidades da presa nos frutos correspondentes. Enquanto a concentração deste componente aumentou continuamente do cacho 2 ao cacho 6, a população de *A. guerreronis* só começou a reduzir após o cacho 4. No entanto, é possível que a lignina possa interferir significativa e negativamente na população de ácaros somente a partir de um limiar, neste caso entre 25 e 27% (concentrações de lignina determinadas em frutos do cacho 4 e 5, respectivamente). Tem sido sugerido que mesmo pequenas mudanças no conteúdo de lignina tenham um impacto importante na resistência de plantas ao ataque de insetos (Tsuduki *et al.* 2006).

No presente estudo, frutos do cacho 1 não foram coletados por não apresentarem danos, como também observado por Moore & Alexander (1987) e Fernando *et al.* (2003), e por se mostrarem, em avaliações preliminares, livres do ataque de *A. guerreronis* na região sob as brácteas. Estas funcionam como uma eficiente proteção da zona meristemática das flores femininas contra o ataque de *A. guerreronis* durante a fase inicial do crescimento do fruto. Em frutos jovens, com 1 a 2 meses após a fertilização, as brácteas de algumas variedades encontram-se fortemente aderidas à superfície do fruto (Howard & Abreu-Rodriguez 1991). Porém, com o crescimento deste, ocorre um aumento do espaço entre as brácteas e a superfície do fruto, passando

este espaço a ser suficiente para que *A. guerreronis* consiga se movimentar e se alimentar na zona meristemática. A estrutura das brácteas afeta a infestação dos frutos pelo eriofídeo, mas a extensão desses efeitos depende da fase de crescimento do fruto e da variedade do coqueiro. Aratchige *et al.* (2007) sugerem que frutos com 4 meses de idade tenham o espaço entre as brácteas e a superfície dos frutos aumentado, quando infestados por *A. guerreronis*, permitindo também a entrada de predadores. As densidades crescentes de *A. guerreronis* do cacho 2 ao 4 sugerem que este ácaro inicie seu ataque nos cocos entre 1 e 2 meses de idade após a fertilização. O fato de raramente se encontrar danos iniciais de ataque deste ácaro nos frutos dos cachos 3 a 6 também sugere que a infestação inicial ocorra prioritariamente nos dois primeiros meses de formação dos frutos.

As informações sobre a distribuição de *A. guerreronis* no coqueiro podem ser úteis para o controle do ácaro. O controle químico de *A. guerreronis* é geralmente feito com base na visualização dos danos nos frutos. Tem sido sugerido na literatura que as pulverizações de acaricidas devam ser dirigidas às inflorescências e cachos provenientes das folhas 10 a 16, que correspondem aos cachos 1 a 7 (Ferreira *et al.* 2002). O controle químico tem se mostrado muito difícil, pela proteção proporcionada pelas brácteas (Moore 2000, Ramaraju *et al.* 2002). Os resultados deste trabalho sugerem que os alvos para controle devam ser os cachos 1 a 5, correspondentes à fase entre o início do ataque de *A. guerreronis* e a fase em que este se dispersa. Os resultados do presente trabalho sugerem ainda que o controle deva ser realizado em toda a extensão do cacho, tendo em vista a distribuição aproximadamente uniforme deste ácaro neste.

O porte da planta de coqueiro dificulta as práticas de controle químico de *A. guerreronis*, sobretudo nos países em que as variedades gigantes predominam. Este é o caso dos países asiáticos, onde se concentram a maior produção mundial de coco, como as Filipinas, Indonésia, Índia e Vietnã (Agrianual 2009). Em virtude disto, esforços vêm sendo despendidos na busca de

inimigos naturais de *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008a), sobretudo nas Américas, sua provável região de origem (Navia *et al.* 2005). Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos para avaliar o potencial de espécies de fitoseídeos e ácaros da família Ascidae no controle de *A. guerreronis*, em condições de laboratório (Galvão *et al.* 2007, Lawson-Balagbo *et al.* 2007b, Domingos *et al.* 2009). O conhecimento da distribuição de *A. guerreronis* na planta do coqueiro pode facilitar o estabelecimento de um sistema de liberação de predadores para efeito de controle biológico.

### **Agradecimentos**

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo a primeira autora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE. A FACEPE e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa. A. Jorge Braz Torres (UFRPE) pelo auxílio nas análises estatísticas.

### **Literatura Citada**

**Agriannual (Anuário da Agricultura Brasileira). 2009.** São Paulo, FNP, p.301-306.

**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.

**Chant, D.A. & J.A. McMurtry. 2003.** A review of the subfamily *Amblyseiinae* Muma (Acari: Phytoseiidae): Part I. Neoseiulini new tribe. *Int. J. Acarol.* 29: 3–46.

**Deschamps, FC. 1999.** Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *Rev Bras Zootec.* 28: 1358-1369

**De Silva, P.H.P.R. & L.C.P Fernando. 2008.** Rearing of coconut mite *Aceria guerreronis* and the predatory mite *Neoseiulus baraki* in the laboratory. *Exp. Appl. Acarol.* 44: 37-42.

- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hanna, L.M. Lawson-balagbo & P. Schausberger. 2009.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* doi: 10.1007/s10493-009-9308-5
- Fengel, D & G.Wegener.** Wood, chemistry, ultrastructure, reactions, New York, 613p.
- Fernando, L.C.P., N.S. Aratchige & T.S.G. Peiris. 2003.** Distribution patterns of coconut mite, *Aceria guerreronis*, and its predator *Neoseiulus* aff. *paspalivorus* in coconut palms. *Exp. Appl. Acarol.* 31: 71-78.
- Ferreira, J.M.S., M. Michereff Filho & P.M.P. Lins. 2002.** Pragas de Coqueiro: características, amostragem, nível de ação e principais métodos de controle, p.37-57. In J.M.S Ferreira & M. Michereff Filho (eds.), *Produção integrada de coco: Práticas fitossanitárias*. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, 107p.
- Fogan R & S.R Gowen. 1996.** Investigations on possible mechanisms of resistance to nematodes in *Musa*. *Euphytica* 92:75-381
- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr; G.J. Moraes & J.V. Oliveira. 2007.** Biologia de *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae), um potencial predador de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. *Neotrop. Entomol.* 36: 465-470.
- Galvão, A.S., M.G.C.Gondim Jr & S.J. Michereff. 2008.** Escala diagramática de dano de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. *Neotrop. Entomol.* 37: 723-728.
- 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. Puerto Rico* 74: 237-251.
- Howard, F.W. & E. Abreu-Rodriguez.1991.** Tightness of the perianth of coconuts in relation to infestation by coconut mites. *Fla. Entomol.* 74: 358-361.
- Kirk, T.K. & Obst, J.R. 1988.** Lignin determination: p. 87-101. In A. Willis & S.T. Kellogs (eds.), *Methods in Enzymology*, Academic Press, Inc., New York, 580p.
- Lamari, L. 2002.** Assess: Image analysis software for plant disease quantification. St Paul, APS Press, (CD-Rom).
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr; G.J. Moraes; R. Hana & P. Schausberger. 2007a.** 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. 2007b.** Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for biological control of *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 43: 49-51.

- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr; G.J. Moraes; R. Hana & P. Schausberger. 2008a.** 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.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr; G.J. Moraes; R. Hana & P. Schausberger. 2008b.** Compatibility of *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidate biocontrol agents of the coconut mite *Aceria guerreronis*: spatial niche use and intraguild predation. Exp. Appl. Acarol. 45:1-13.
- Moore, D. & L. Alexander. 1987.** Aspects of migration and colonization of the coconut palm by the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* (Keifer) (Acari: Eriophyidae). Bull. Entomol. Res. 77: 641-650.
- Moore, D. 2000.** Non-chemical control of *Aceria guerreronis* on coconuts. Biocontrol 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. & M.S. Zacarias. 2002.** Use of predatory mites for the control of eriophyid mites, p.79-88. 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.
- 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.
- Nair, C.P.R. 2002.** Status of coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in India, p. 9-12. 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.
- Navia, D., G.J. Moraes, G. Roderick & M. Navajas. 2005.** The invasive coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae): origin and invasion sources inferred from mitochondrial (16S) and Ribosomal (ITS) sequences. Bull. Entomol. Res. 95: 505-516.
- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Comparative demography and diet breadth of Brazilian and African populations of the predatory mite *Neoseiulus baraki*, a candidate for biological control of coconut mite. Biol. Control. 46: 523-531.
- Nicholson, A.J. 1933.** The balance of animal populations. J. Anim. Ecol. 1: 131-178.

- Ramaraju, K., K. Natarajan, P.C.S. Babu, S. Palnisamy & R.J. Rabindra. 2002.** Studies on coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tamil Nadu, India, p.13-31. In L.C.P. Fernando, G.J. de Moraes & I.R. Wickramananda (eds.), Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (*Aceria guerreronis*). Sri Lanka, Coconut Research Institute, 117p.
- Reis, A.C., M.G.C. Gondim Jr, G.J. de Moraes, R. Hana, 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.
- SAS Institute. 1999-2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Seguni, Z. 2002.** Incidence, distribution and economic importance of the coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tanzanian coconut based cropping systems, p. 54-57. 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.
- Thirumalai Thevan, P.S., N. Muthukrishnan, T. Manoharan & T. Thangaraj. 2004.** Influence of phenotypic and biochemical factors of coconut on eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer and predatory, *Amblyseius* spp. mite. J. Entomol. Res. 28:291-299.
- Tsudoku, M., T. Takano, F. Nakatsubo, K. Yoshida, A. Shinmyo & H. Asao. 2006** Resistance to insects in transgenic *Solanum* plants expressing a peroxidase gene from horseradish. Plant Biotechnol 23: 71-74.

Tabela 1. ANCOVA para efeito da região do cacho na distribuição da porcentagem de frutos infestados, considerando o número de frutos como co-fator.

Efeito	Gl	F	P
Região do cacho	2	62,86	0,0001**
Nº de frutos por região	1	1,53	0,2476 <sup>n.s</sup>
Nº de frutos*região	2	7,13	0,0112**
Erro	9		

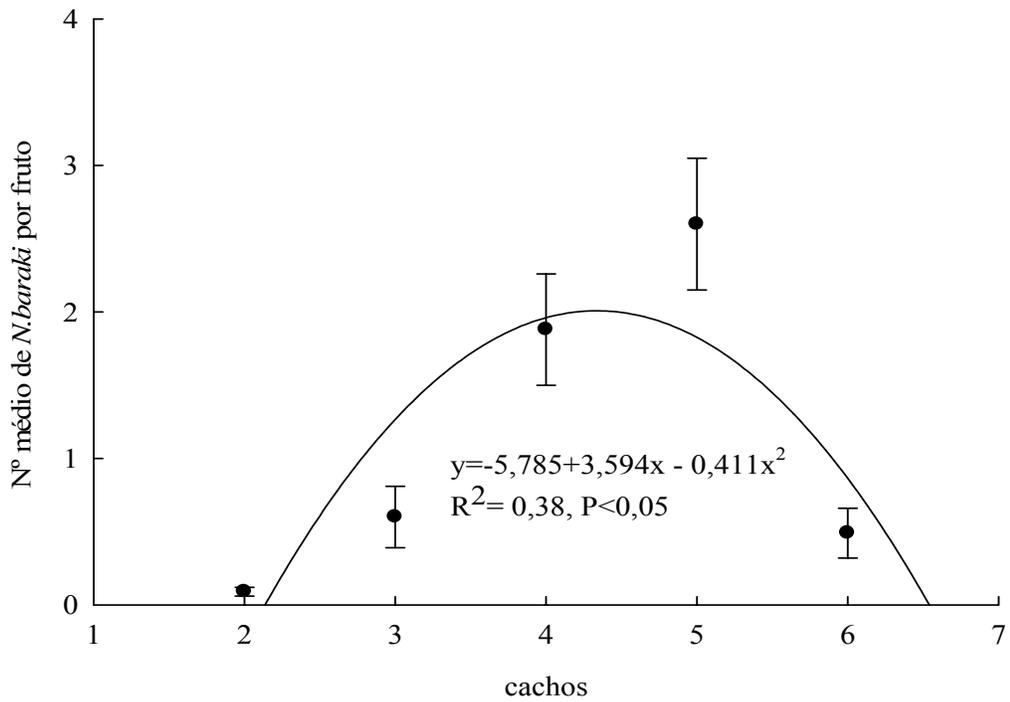
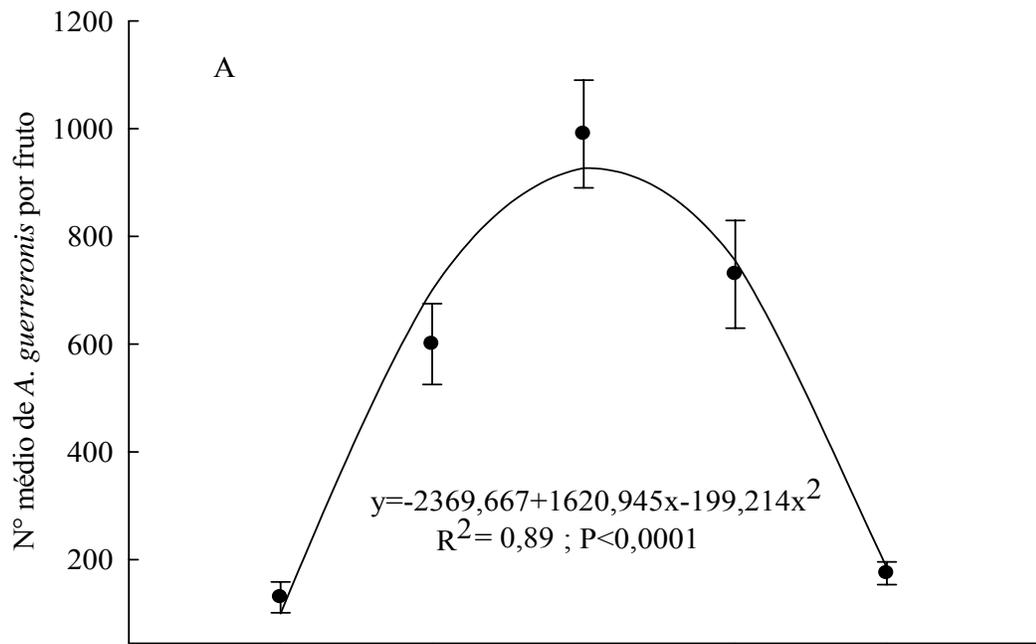


Figura 1. Número médio de *Aceria guerreronis* e *Neoseiulus baraki* por fruto dos cachos 2 a 6.

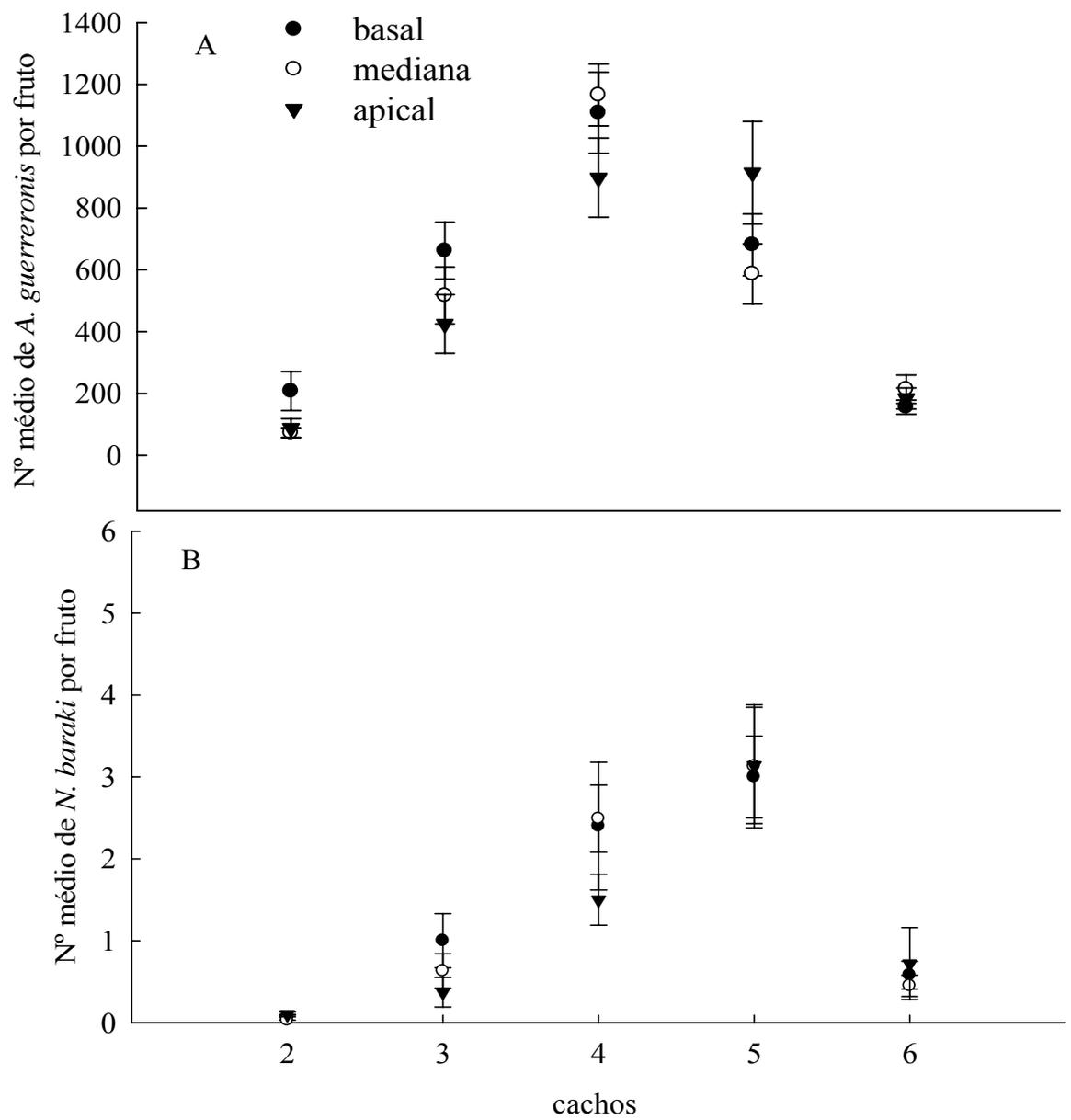


Figura 2. Número médio de *Aceria guerreronis* (A) e *Neoseiulus baraki* (B) por fruto nas regiões basal, mediana e apical dos cachos 2 a 6.

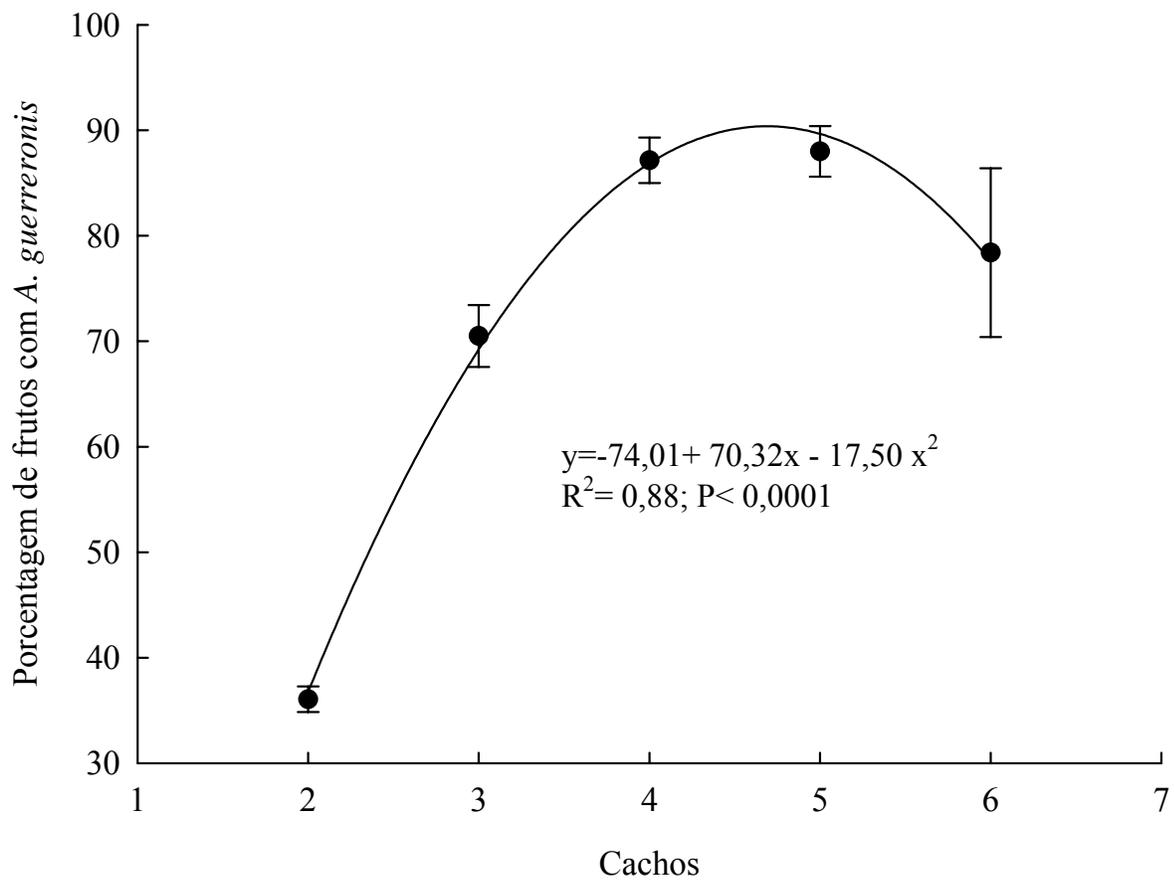


Figura 3. Porcentagem de frutos infestados com *Aceria guerreronis* nos cachos de 2 a 6.

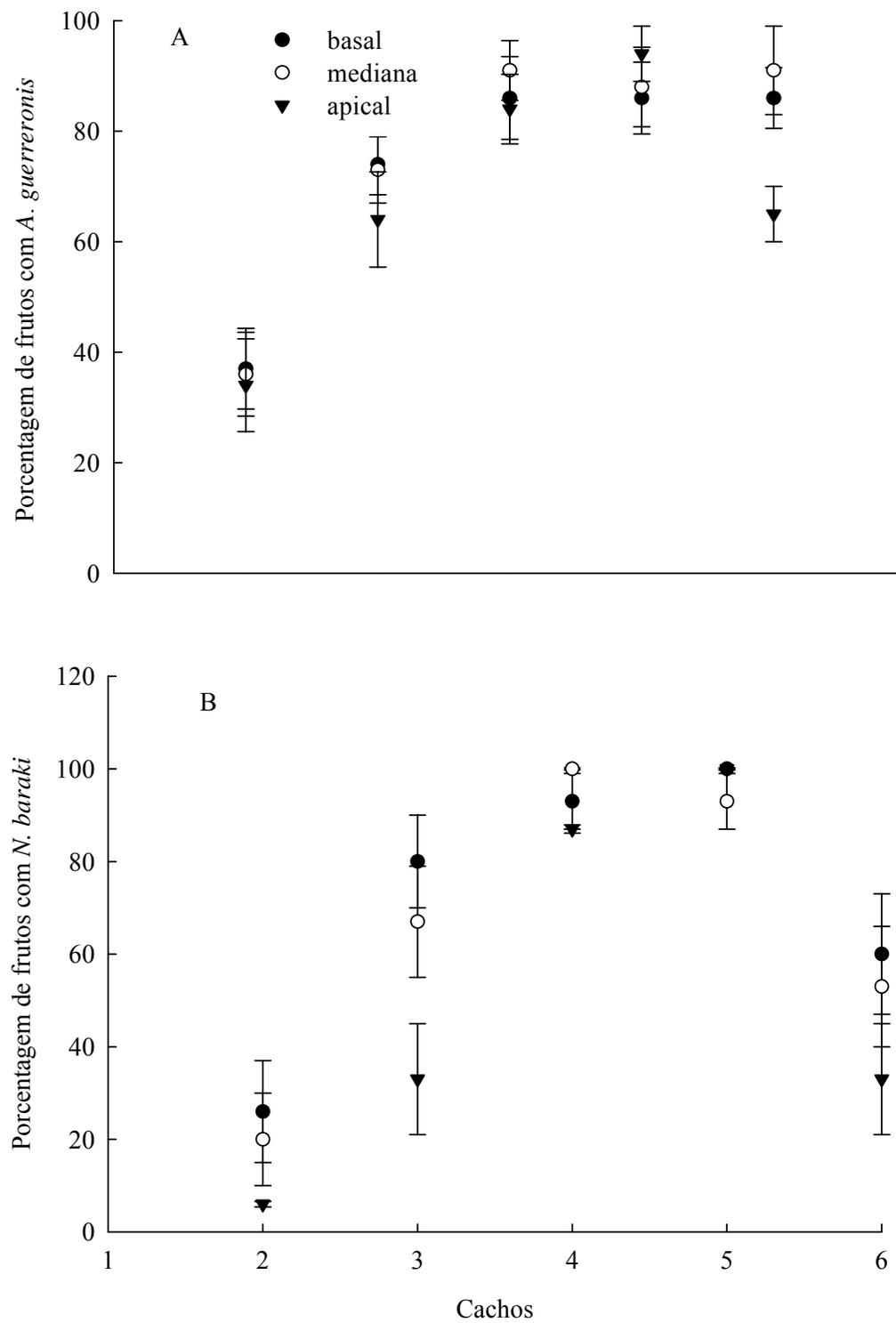


Figura 4. Porcentagem de frutos infestados com *Aceria guerreronis* (A) e de frutos contendo *Neoseiulus baraki* (B) nas regiões basal, mediana e apical dos cachos 2 a 6.

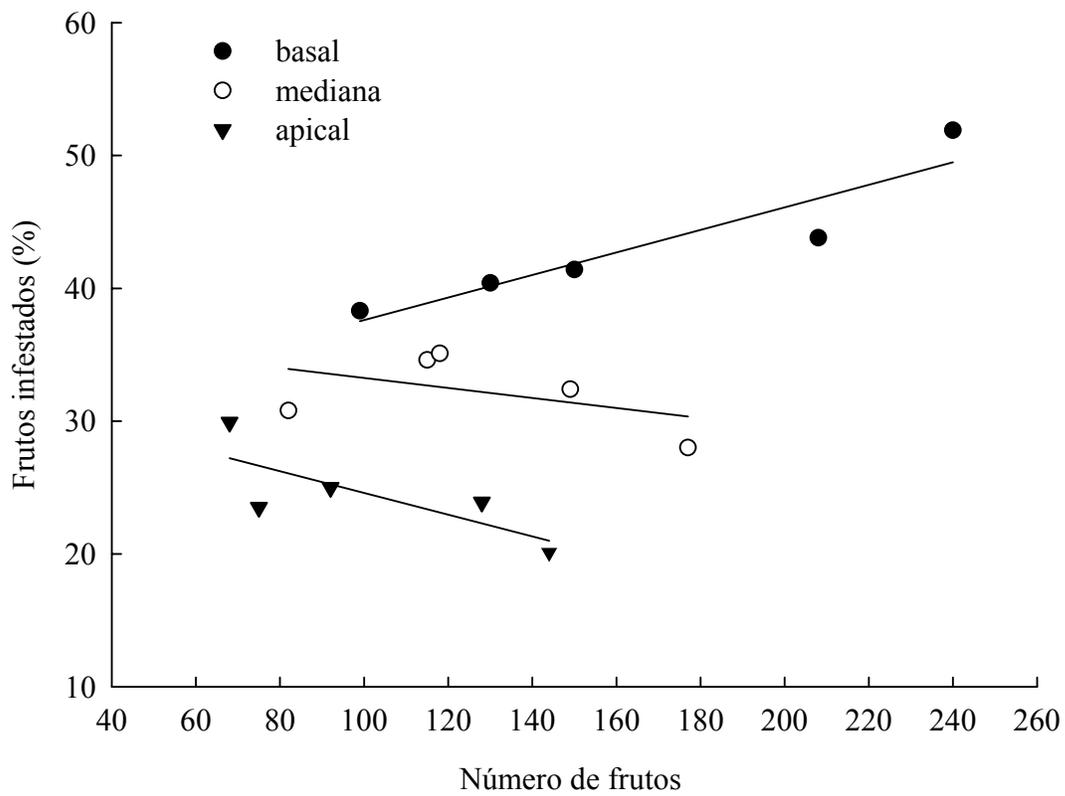


Figura 5. Relação entre a porcentagem de frutos infestados com *Aceria guerreronis* na região do cacho, e o número frutos por região.

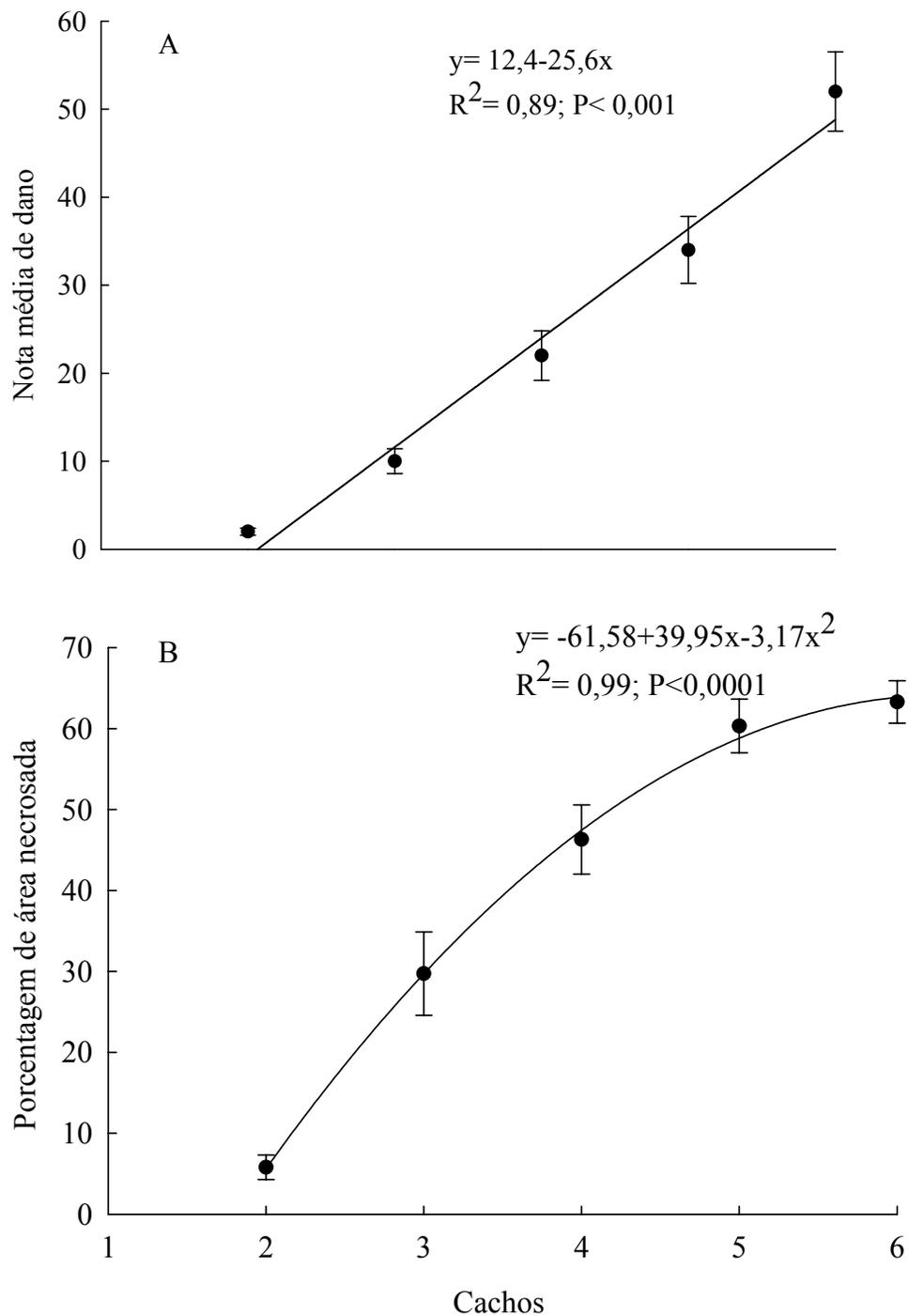


Figura 6. (A) Relação entre a evolução de danos causados por *Aceria guerreronis* em frutos e a idade do cacho com a utilização da escala de notas desenvolvida por Galvão *et al.* (2008) e (B) Relação entre a porcentagem de área danificada por *Aceria guerreronis* na região abaixo da bráctea (perianto) desconsiderando a região de inserção e a idade do cacho.

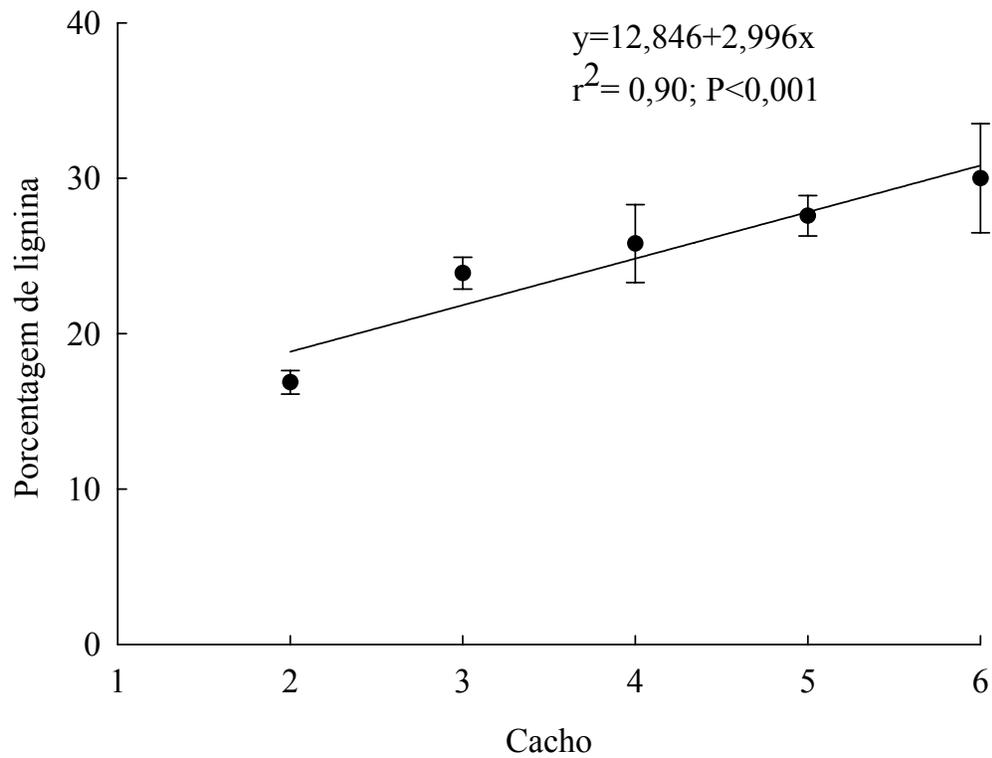


Figura 7. Relação entre a porcentagem de lignina nos tecidos do perianto em frutos não infestados e a idade do cacho.

## CAPÍTULO 4

### ESTRATÉGIAS DE DISPERSÃO DE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) EM COQUEIRO<sup>1</sup>

ANDRÉIA S. GALVÃO<sup>2</sup>, VANESKA B. MONTEIRO<sup>2</sup>, DEBORA B. LIMA<sup>2</sup>, MANOEL G.C. GONDIM JR.<sup>2</sup> E  
GILBERTO J. MORAES<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

---

<sup>1</sup>Galvão, A.S., V.M. Barbosa, D.B. Lima, Gondim Jr.M.G.C &G.J. Moraes. Estratégias de dispersão de *Aceria guerreronis* Keifer em coqueiro. Exp. Appl. Acarol. A ser submetido.

RESUMO - A dispersão dos ácaros pode ocorrer involuntariamente, com o transporte de partes vegetais, mas pode se dar também de forma voluntária, quando estes caminham até a nova região onde irão se estabelecer ou até um ponto apropriado para que fatores bióticos (forese) ou abióticos (vento, instrumentos agrícolas, etc.) os carreguem as distâncias maiores. O conhecimento dos mecanismos de dispersão de *Aceria guerreronis* Keifer é de grande importância para o entendimento do processo de infestação dos novos cachos emitidos pela planta e de plantas separadas por curta ou longa distância. Estes mecanismos podem fornecer informações relevantes para o estabelecimento de estratégias de controle e manejo de *A. guerreronis* e seus inimigos naturais. O objetivo desse trabalho foi investigar os mecanismos de dispersão de *A. guerreronis* em coqueiro. As hipóteses de que *A. guerreronis* se dispersa pelo vento, forese e caminhamento foram testadas. Concluiu-se que o eriofídeo utiliza o caminhamento para se dispersar a curtas distâncias entre frutos de um mesmo cacho ou entre cachos de uma mesma planta, e isto ocorre provavelmente com maior intensidade no período noturno. Para longas distâncias, *A. guerreronis* utiliza-se de correntes aéreas para se dispersar. A forese em insetos das ordens Hymenoptera (Apidae), Coleoptera (Curculionidae) e Lepidoptera (Phycitidae) foram testadas em campo e laboratório. A forese somente ocorre ocasionalmente

PALAVRAS-CHAVE: Ácaro, ecologia, forese, *Cocos nucifera*

DISPERSAL STRATEGIES OF THE *Aceria guerreronis* KEIFER (ACARI: ERIOPHYIDAE) IN  
COCONUT

ABSTRACT- The dispersal of mites may occur not only involuntarily with the transport of plant parts, but also voluntarily walking to new areas to establish or to a suitable spot where biotic (phoresy) or abiotic factors (wind, agricultural tools, etc.) carry them to long distances. Knowing the mechanisms of dispersal of *Aceria guerreronis* Keifer is importante to understand the infestation process of new bunches produced by a plant and plants separated by short or long distances. It can provide relevant information to the establishment of control strategies and management of *A. guerreronis* and their natural enemies. Therefore, the objective of this work was to investigate the mechanisms of dispersal of *A. guerreronis* in coconut palms. The hypothesis that *A. guerreronis* disperses by wind, phoresy and walking was tested. The eriophyid walks to disperse at short distances between fruits from the same bunch or between bunches of the same plant, and this occurs mostly at night. *A. guerreronis* uses air currents to disperse at longer distances. The phoresy in insects of the orders Hymenoptera (Apidae), Coleoptera (Curculionidae) and Lepidoptera (Phycitidae) was evaluated in the laboratory and in the field. Phoresy only occur occasionally.

KEY WORDS: Mite, ecology, phoresy, *Cocos nucifera*

## Introdução

Assim como observado para outros animais, ácaros normalmente se dispersam quando atingem altas densidades populacionais, como consequência da escassez de alimento e espaço (Huffaker *et al.* 1969, Howard *et al.* 1990, Sabelis & Bruin 1996). Outro fator que afeta este comportamento é a presença de inimigos naturais (Lesna *et al.* 2004), que estimulam a dispersão da presa para novos habitats (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Domingos *et al.* 2009). Além da disponibilidade, a qualidade da planta hospedeira também deve ser considerada, pois os ácaros fitófagos, como os eriofiídeos, requerem tecidos de plantas jovens para alimentação (Boczeck & Schevchenko 1996, Galvão *et al.* 2008).

A dispersão dos ácaros pode ocorrer involuntariamente, através do transporte de partes vegetais de uma área para outra (Moraes & Flethmann 2008), mas pode se dar também de forma voluntária, quando os ácaros caminham até a nova região onde irá se estabelecer ou até um ponto apropriado para que fatores bióticos (forese) ou abióticos (vento, instrumentos agrícolas, etc.) os carreguem à distâncias maiores (Evans 1992). Estas estratégias de dispersão possibilitam a colonização de plantas separadas por curtas e longas distâncias (Binns 1982).

Estudos de espécies de ácaros fitófagos sugerem que a dispersão pelo vento é o principal mecanismo de estabelecimento de novos focos de infestação a longas distâncias. Estudos desta natureza têm sido conduzidos com os ácaros *Aceria tulipae* (Keifer), *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead), *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) e *Tetranychus urticae* Koch (Nault & Styer 1969, Bergh & McCoy 1997, Alves *et al.* 2005, Osakabe *et al.* 2008). Esse tipo de dispersão não é considerado como um movimento passivo, pois os ácaros apresentam comportamentos do tipo “ballooning” ou “spinning down” observados em Tetranychidae (Kennedy & Smitley 1985, Bell *et al.* 2005). Já os eriofiídeos se posicionam na vertical, apoiados no lobo caudal, e se dispersam

individualmente ou formam correntes de espécimes que se lançam do substrato, aproveitando as correntes de ar para atingir longas distâncias (Smith 1960, Nault & Styer 1969, Duffner *et al.* 2001, Ozman & Goolsby 2005). Já se constatou para muitas espécies de eriofiídeos a dispersão através do vento (Lindquist & Oldifield 1996).

A associação forética entre ácaros e outros artrópodes usualmente não acarreta problemas aos vetores, pois o pequeno tamanho dos ácaros, provavelmente, não interfere no comportamento daqueles organismos (O'Connor 2003). Esta estratégia de dispersão tem sido observada em muitos grupos de ácaros (Athias-Binche 1993, Holte *et al.* 2001), contudo a forese de ácaros fitófagos não é considerada importante, pois normalmente são feitos apenas relatos acidentais deste comportamento (Yano 2004). No entanto, no caso de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), em condições de casa-de-vegetação e em campo, a forese através da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) é freqüente (Natarajan 1998, Flechtmann *et al.* 1990, Fan & Pettit 1998). Também tem sido relatado que o ácaro *Eriophyes litchi* (Acari: Eriophyidae), importante praga da lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) na Ásia e no Havaí, utiliza *Apis mellifera* L. como veículo de disseminação entre plantas (Waite & McAlpine 1992).

A dispersão por caminhamento do ponto de origem do ácaro ao ponto final de destino ocorre apenas a distâncias relativamente curtas, usualmente sobre uma mesma planta ou entre plantas que se tocam. O caminhamento do ácaro de uma planta a outra pelo solo também pode ocorrer, quando a distância entre estas não for muito grande (Kennedy & Smitley 1985). Este processo de dispersão interfere na distribuição do ácaro na planta e exerce influência significativa na infestação inicial de culturas com o algodoeiro por *T. urticae* (Brandenburg & Kennedy 1982) e de citros por *B. phoenicis* (Alves *et al.* 2005).

O conhecimento dos mecanismos de dispersão de pragas agrícolas em geral é de grande importância para o entendimento do processo de infestação dentro do mesmo plantio e entre

plantios separados por longas distâncias, podendo fornecer informações relevantes para o estabelecimento de estratégias de controle de pragas. O ácaro da necrose do coqueiro, *Aceria guerreronis* Keifer, é considerado uma das principais pragas desta cultura no mundo (Moore & Howard 1996, Seguni 2002, Lawson-Balagbo *et al.* 2008). As colônias desse eriofiídeo se desenvolvem no fruto, na região do perianto, causando manchas amarelo-esbranquiçadas aproximadamente triangulares, que evoluem para lesões necróticas, promovendo freqüentemente o abortamento dos frutos (Nair 2002). Como resultado do ataque, pode ocorrer a diminuição do peso, tamanho e valor comercial dos frutos, com reduções de produção de até 60% (Moore 2000, Haq *et al.* 2002). As escassas informações sobre a dispersão deste ácaro foram obtidas por Moore & Alexander (1987). Estes autores sugeriram que *A. guerreronis* pudesse se dispersar entre frutos de um mesmo cacho por caminamento.

O conhecimento dos mecanismos de dispersão utilizados por *A. guerreronis* é de grande importância para o entendimento do processo de surgimento de novos focos de infestação dentro do mesmo plantio e entre plantios separados por longas distâncias, assim como dos cachos recém emitidos em plantas já infestadas. O objetivo deste trabalho foi estudar as formas de dispersão de *A. guerreronis* em coqueiro. São testadas as hipóteses de *A. guerreronis* se dispersar por caminamento (i); pelo vento (ii) e por forese (iii).

## **Material e Métodos**

### **Dispersão por caminamento.**

**Caminamento de *A. guerreronis* entre frutos através das espiguetas.** Foram coletados 250 espiguetas contendo frutos infestados por *A. guerreronis* do cacho 4 de plantas da variedade Anão Verde em Itamaracá, PE (07°46'18,8"S, 34°52'38,8"W). O número de ácaros foi estimado em cada fruto, através de escala de notas, conforme Galvão *et al.* (2008), tendo em média cada fruto

660 ± 130 ácaros. Coletaram-se também 250 espiguetas contendo frutos, sem qualquer sinal de dano por *A. guerreronis*, do cacho 2 de plantas da mesma variedade, em Recife, PE (8°01'02" S, 34°56'41" W). Para confirmar a ausência dos ácaros nos frutos dos cachos 2, mais 50 frutos do cacho 2 foram coletados ao acaso e o perianto examinado ao microscópio estereoscópico. As coletas foram feitas cortando-se a base das espiguetas que continham o fruto, próximo a ráquis do cacho. Os frutos excedentes das 250 espiguetas (cacho 4 e 2) foram eliminados, deixando-se apenas o fruto mais basal. A extremidade distal de uma espiguetas do cacho 4 foi então unida à extremidade distal de uma espiguetas do cacho 2 com o auxílio de um pedaço de arame de aço com 1 mm de espessura, sendo as espiguetas amarradas em dois pontos ao longo do comprimento de forma que as mesmas ficassem em contato uma com a outra. A extremidade distal de cada espiguetas foi então cortada a cerca de dois terços da distância entre os dois frutos. Os diferentes tratamentos consistiram de diferentes distâncias que separavam os frutos, sendo elas de 10, 20, 30, 40 e 50 cm. Cada fruto de cada par foi fixado por um prego sobre uma base de gesso, colocada sobre uma mesa; o prego era posicionado próximo a parte oposta a inserção do fruto na espiguetas. Para evitar o caminhamento dos ácaros para a base, cada prego foi envolto por cola adesiva Tanglefoot<sup>®</sup>. Em cada tratamento foram utilizadas 10 repetições, cada repetição contendo 5 pares de frutos. Estes foram mantidos em uma sala totalmente fechada, mas com uma janela de vidro transparente (100 x 600 cm) que permitia a passagem da luz solar. A temperatura foi mantida a 27 ± 1 °C e a umidade relativa a 70 ± 10 %. O fotoperíodo não foi controlado, mas na época do ano em que o trabalho foi conduzido (junho a novembro de 2008), o período de luz natural foi de aproximadamente 13 h. Após 24 h os frutos foram separados das espiguetas e aqueles provenientes do cacho 2 foram examinados para se determinar o número de *A. guerreronis* em cada fruto, destacando-se o perianto. Foi também determinada a porcentagem de frutos do cacho 2 com ácaros por repetição. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão tendo como variáveis

dependentes a porcentagem de frutos infestados e o número médio de *A. guerreronis* por fruto e como variável independente as distâncias entre os frutos, utilizando-se o programa estatístico SAS versão 8.02 (SAS Institute 2001).

**Caminhamento de *A. guerreronis* na superfície de frutos:** Um fruto do cacho 4 da variedade Anão Verde não infestado por *A. guerreronis* foi cortado longitudinalmente ao meio. Uma das metades foi colocada sobre uma bandeja, com a face intacta voltada para cima. Um adulto de *A. guerreronis* de idade desconhecida, obtido de um fruto infestado que havia sido recentemente coletado em Itamaracá, foi transferido com auxílio de um pincel para a parte central da superfície exposta. Logo em seguida, as luzes do laboratório foram apagadas, mantendo-o totalmente no escuro, a  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $75 \pm 10\%$  de umidade relativa. Na avaliação, utilizou-se de um microscópio estereoscópico, e para estimular o comportamento de caminhamento do ácaro sobre o fruto, a lâmpada do equipamento foi coberta por um filtro de celofane vermelho, conforme metodologia descrita por Sternlicht (1969). A este equipamento foi acoplada uma câmara-clara. Durante os 30 minutos seguintes, avaliou-se a duração dos períodos sucessivos em que o ácaro se manteve parado ou em movimento, assim como seu respectivo trajeto sobre o fruto, que foi registrado manualmente em papel branco através da câmara-clara. Posteriormente, calculou-se a distância total percorrida pelo ácaro naquele período, fazendo-se a devida conversão que refletisse o aumento utilizado no microscópio. O mesmo procedimento foi repetido 20 vezes, a cada vez utilizando-se um ácaro e um fruto diferente.

**Periodicidade da dispersão de *A. guerreronis*.** Foram realizadas três coletas de frutos de plantas infestadas com *A. guerreronis* na Ilha de Itamaracá-PE ( $07^\circ46'18,8''\text{S}$ ,  $34^\circ52'38,8''\text{W}$ ) e uma coleta em Pitimbu-PB ( $07^\circ28'15,7''\text{S}$ ,  $34^\circ48'27,3''\text{W}$ ) no período de junho a agosto de 2008. Em cada coleta foi retirado o cacho 4, que corresponde àquele com frutos de maior infestação na planta (Galvão *et al.* 2008), de cada uma das três plantas diferentes da variedade Anão Verde,

entre 9:00 e 10:00 h. De cada cacho foram amostrados aleatoriamente 10 frutos, totalizando 30 frutos por coleta. A avaliação foi feita contabilizando o número de *A. guerreronis*, com auxílio de um microscópio estereoscópico, em duas regiões do fruto: na superfície da epiderme (i) e na superfície das brácteas (ii) de cada fruto, separadamente. Os ácaros encontrados foram retirados com auxílio de um pincel de cerdas finas. No campo, os frutos foram avaliados individualmente entre as 10:00 e 16:00 h, representando a avaliação diurna. Após as 16:00 h os frutos foram acondicionados em caixas de isopor que foram conduzidas fechadas ao laboratório. Os frutos permaneceram no interior da caixa, sendo retirados na mesma seqüência da avaliação, entre 22:00 h do mesmo dia e 4:00 h do dia seguinte para a segunda avaliação, realizada de maneira semelhante a primeira, representando o período noturno. Foram registradas no campo a velocidade do vento e a intensidade luminosa, com auxílio de um anemômetro portátil (TFA® modelo 7607.01.0.00) e um luxímetro digital portátil (Imimipa® modelo MLM- 1011) em intervalos de 1 h entre as 10:00 e 16:00 h. As médias do número de ácaros obtidos foram submetidas à análise de variância (ANOVA) onde a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de t.

#### **Dispersão de *A. guerreronis* por forese.**

**Investigação em condições de campo.** Foram feitas coletas de insetos na Ilha de Itamaracá-PE (07°46'18,8"S, 34°52'38,8"W) e no campus da UFRPE em Recife-PE (07°28'15,7"S, 34°48'27,3"W) no período de junho de 2008 a abril de 2009. Foram coletados durante o dia himenópteros de pequeno porte [*Apis mellifera* L. e *Trigona spinipes* (Fabr.), Hymenoptera: Apidae], com auxílio de aspirador bucal, em intervalos semanais no horário das 9:00 às 10:00 e 15:00 às 16:00 h, em inflorescências e cachos de coqueiro anão verde. Para insetos de grande porte como *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) foram confeccionadas armadilhas de captura, conforme recomendação da EMBRAPA (Ferreira *et al.* 2002), confeccionada com balde plástico de 100 l de capacidade, onde internamente foi colocado feromônio sintético

(Rhyncophorol) e colmos de cana-de-açúcar. As armadilhas foram colocadas em pontos estratégicos na periferia dos plantios. Para insetos de pequeno porte e hábito noturno como o gorgulho *Parisoschoenus obesulus* Casey (Coleoptera: Curculionidae) foram utilizadas armadilhas, conforme recomendação de Alencar *et al.* (2000), confeccionadas com frutos sem danos, partidos ao meio e colocados ao lado da base do estipe do coqueiro. Todos os insetos de hábitos noturnos e diurnos coletados foram acondicionados separadamente por espécie em recipientes contendo álcool 70% e conduzidos ao laboratório, onde as amostras foram agitadas para o desprendimento dos ácaros contidos sobre os insetos. A análise consistiu na identificação e quantificação das espécies de insetos coletados, e no número de *A. guerreronis* em cada amostra.

**Investigação em condições de laboratório.** Duas espécies de insetos diurnos encontrados no trabalho, relativo ao experimento em condições de campo (*A. mellifera*. e *T. spinipes*), assim como duas espécies de insetos de hábitos noturnos considerados pragas das inflorescências do coqueiro *Atheloca subrufella* Hulst (Lepidoptera: Phycitidae) e *P. obesulus* foram consideradas neste estudo. A metodologia adotada correspondeu a uma adaptação daquela utilizada por Yano (2004). Para a realização dos testes, foram coletados frutos infestados por *A. guerreronis* (cacho 4) e frutos não infestados (cacho 2), conforme descrito no primeiro experimento. Um fruto de cada cacho foi fixado por um prego sobre uma base de gesso; o prego era posicionado próximo a parte oposta a inserção do fruto na espiguetta. Para evitar o caminhar dos ácaros para a base, cada prego foi envolto por cola adesiva Tanglefoot<sup>®</sup>. A unidade experimental foi constituída por uma caixa quadrada de acrílico transparente, com volume de 20 cm<sup>3</sup>, contendo orifícios telados, em cada lado, com diâmetro de 10 cm. Dentro da caixa foi colocado um fruto infestado (cacho 4) e um fruto não infestado (cacho 2) a aproximadamente 10 cm um do outro. Esse experimento foi realizado de duas maneiras. A primeira utilizando-se frutos do cacho 4 com brácteas e a segunda utilizando-se frutos do cacho 4 tendo as brácteas retiradas. Como alimento foi oferecido solução de

mel a 10% para *A. subrufella*, e as abelhas receberam mel puro. O alimento foi fornecido em tampas plásticas com 1 cm de diâmetro, no interior da qual havia algodão hidrófilo com mel. A tampa foi fixada sobre o fruto com auxílio de um alfinete entomológico. Para *P. obesulus* o alimento foi o próprio fruto. Em seguida, foram colocados seis insetos adultos de uma mesma espécie dentro da caixa de acrílico, sendo cada espécie correspondente a um tratamento; no tratamento controle ou teste em branco nenhum inseto foi liberado na caixa de acrílico. Foram realizadas seis repetições por tratamento. Vinte e quatro horas após a liberação realizou-se a avaliação. Os insetos foram retirados da gaiola com auxílio de uma pinça e colocados em recipientes contendo álcool a 70% e agitados. Em seguida, contou-se o número de ácaros no álcool e no fruto do cacho 2, sendo para tanto retiradas as brácteas do fruto. Este teste foi realizado nas mesmas condições do primeiro experimento. Para a análise do número médio de *A. guerreronis* encontrado, os dados foram submetidos a análise não paramétrica, pelo PROC NPAR1WAY, utilizando-se o teste de Wilcoxon onde as médias foram comparadas pelo intervalo de confiança a 95%.

### **Dispersão aérea.**

**Sob condições de laboratório.** Foi construído um túnel de vento, constituído por um ventilador (com dispositivo para ajuste contínuo de velocidade) acoplado a um tubo de PVC de 0,15 m de diâmetro e 1,00 m de comprimento. No interior do tubo, a cerca de 5 cm da extremidade em que se acoplou o ventilador, fixou-se um fruto infestado por *A. guerreronis* obtido do cacho 4, com intensidade de dano de 16% conforme escala de nota desenvolvida por Galvão *et al.* (2008). O fruto foi colocado em um suporte de isopor que continha no meio um orifício circular para facilitar a fixação. Foram retiradas as brácteas dos frutos para estimular a movimentação dos ácaros e posteriormente foi colocado o fruto com a região infestada voltada para o lado oposto ao ventilador. A intensidade de luz no interior do túnel foi aferida com auxílio de um luxímetro

digital portátil (Imimipa® modelo MLM- 1011), verificando-se a intensidade de 10 Lux. Na outra extremidade do túnel, colocou-se uma armadilha adesiva quadrada, confeccionada com plástico de 1 mm de espessura de cor preta, com 20 cm de lado, cuja superfície foi untada com óleo mineral Móbil® Super HP-SAE 20W-50 (Zhao & Amrine Jr. 1997). Esta armadilha foi fixada em um suporte, de forma que o mesmo ficasse na posição vertical a uma distância de 1 cm do final do tubo de PVC, permitindo que os ácaros carregados pelo vento se chocassem com a armadilha, ficando aderidos, e depois o vento passasse entre o tubo e a armadilha. Foi verificado o efeito de quatro velocidades: 1, 2, 3 e 4 m/s, sendo estas aferidas com o uso de um anemômetro portátil (TFA® modelo 7607.01.0.00) no mesmo local de instalação da armadilha. Logo após a instalação do experimento, o ventilador foi ligado. Trinta minutos mais tarde, o ventilador foi desligado e a armadilha adesiva foi retirada e imediatamente examinada ao microscópio estereoscópico (10 - 40 X) para determinar o número de ácaros capturados. As observações foram repetidas 20 vezes para cada velocidade, sempre com um fruto diferente, mas lavando-se o interior do tubo com detergente entre uma repetição e outra. O teste foi conduzido no laboratório nas mesmas condições ambientais do primeiro experimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, considerando-se o número de ácaros capturados como variável dependente e a velocidade do vento como variável independente. As análises foram realizadas empregando-se o programa estatístico SAS versão 8.02 (SAS Institute 2001).

**Sob condições de campo.** Foram colocadas armadilhas na folha 14 (a partir da folha mais jovem totalmente desenvolvida) de coqueiros da variedade anão-verde, com aproximadamente 10 m de altura, em Itamaracá, PE (07°46'19"S, 34°52'39"W). Dois tipos de armadilhas foram utilizados, sendo estas mantidas a aproximadamente 1,0 m do estipe. O primeiro tipo (armadilha adesiva) foi constituído de uma folha plástica preta quadrada de 30 cm de lado e 1 mm de espessura, com uma das faces impregnada por óleo mineral Móbil® Super HP-SAE 20W-50 (Zhao & Amrine Jr. 1997).

O segundo tipo (bandeja d'água) foi constituído por uma bandeja plástica de cor branca, com de 30 cm de lado e 8 cm de profundidade, preenchida com 250 ml de água e detergente (2 ml de detergente por litro d'água). Foram utilizadas 8 armadilhas de cada tipo. Em cada planta foi colocada uma armadilha de cada tipo, uma ao lado da outra, com o uso de cordão de nylon preso às folhas. As armadilhas foram fixadas na horizontal. O experimento foi repetido duas vezes, entre outubro e novembro de 2008. Vinte e quatro horas após a instalação, as armadilhas foram retiradas e conduzidas ao Laboratório para a quantificação de *A. guerreronis*. Os ácaros capturados nas armadilhas adesivas foram contabilizados pelo exame direto destas ao microscópio estereoscópico. Para contabilizar os ácaros capturados nas armadilhas com detergente, a água contida em cada armadilha foi acondicionada em recipientes e armazenada em refrigerador. Em seguida, a água foi vertida em placa de Petri e os ácaros foram contabilizados sob microscópio estereoscópico. Posteriormente todos os ácaros foram montados em meio de Hoyer para identificação. As médias obtidas dos dados foram transformados em  $\sqrt{x+0,5}$  e submetidas à análise de variância, utilizando-se o teste t. As análises foram realizadas empregando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute 2001).

## Resultados

O número de *A. guerreronis* que se dispersou do fruto do cacho 4 para o fruto do cacho 2, por caminhamento através das espiguetas, foi inversamente proporcional as distâncias analisadas. O modelo linear ( $y = -0,31x + 2,05$ ) ajustou-se adequadamente a relação entre a densidade de *A. guerreronis* e as distâncias testadas, explicando 91% da variabilidade ( $r^2 = 0,90$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 1A). Na relação entre a porcentagem de frutos com *A. guerreronis* no cacho 2 e as distâncias entre as espiguetas, o modelo linear ( $y = -0,74x + 72,2$ ) ajustou-se adequadamente, explicando 90% da variabilidade ( $r^2 = 0,90$ ;  $P < 0,0001$ ) (Fig. 1B).

A distância percorrida por *A. guerreronis* na superfície dos frutos de coqueiro em 30 min foi de  $22,5 \pm 0,87$  cm, tendo neste período o ácaro se movimentado durante  $27:30 \text{ min} \pm 00:15$ . O número médio de *A. guerreronis* diferiu significativamente em relação às partes da superfície dos frutos, onde este ácaro foi encontrado caminhando ( $F_{1, 23} = 28,51$ ;  $P = 0,001$ ), sendo o maior número de eriofídeos contabilizados sobre as brácteas, quando comparado ao número encontrado na epiderme do fruto. O número médio de *A. guerreronis* também diferiu significativamente em relação a periodicidade ( $F_{1, 23} = 10,16$  ;  $P = 0,0004$ ), sendo maior no período noturno em relação ao período diurno (Fig. 2A). Quando os dados foram analisados separadamente em função do horário de observação, verificou-se que o número de *A. guerreronis* sobre a bráctea e epiderme, separadamente, foram maiores no período noturno ( $F_{1, 23} = 10,05$ ;  $P = 0,0004$  e  $F_{1, 23} = 11,08$  ;  $P = 0,0005$ ), quando comparados com o período diurno (Fig. 2B).

Na investigação sobre a dispersão por forese, em campo, foram coletados um total de 1500 insetos (*A. mellifera*, *T. spinipes*, *R. palmarum* e *P. obesulus*), sendo encontrados apenas três eriofídeos sobre o corpo de *P. obesulus*. Em condições de laboratório, no teste em branco, não foi encontrado *A. guerreronis* nos frutos do cacho 2. Quando o confinamento foi feito na presença dos insetos de hábito diurno, e o fruto do cacho 4 estava sem as brácteas, o número de eriofídeos coletados sobre *A. mellifera* e *T. spinipes* foi diferente ( $\chi^2=3,5787$ ;  $P=0,0451$ ) e maior neste último, contudo o número médio de eriofídeos coletado no fruto do cacho 2 foi igual ( $\chi^2=0.0000$ ;  $P=1$ ). Quando o fruto do cacho 4 estava com as brácteas, verificou-se a presença de *A. guerreronis* apenas sobre o corpo de *A. mellifera*, e não foram encontrados eriofídeos nos frutos do cacho 2. Em relação aos insetos noturnos (*A. subrufella* e *P. obesulus*) foram encontrados eriofídeos somente sobre *P. obesulus*, independentemente da retirada das brácteas, mas não foram encontrados eriofídeos nos frutos do cacho 2 (Tabela 1).

O número de *A. guerreronis* capturados na corrente de ar, em condições de laboratório, foi diretamente proporcional à velocidade do vento. Dentre os modelos testados, o quadrático ( $y = 11,89 - 14,99x + 4,34x^2$ ;  $P < 0,001$ ) foi o que mais se adequou, representando 71% dos dados (Fig. 3). No campo, capturou-se em média  $145,93 \pm 27,98$  ácaros por bandeja d'água em 24 h, sendo significativamente maior quando comparado com a armadilha adesiva com média de  $7,68 \pm 2,98$  ( $F_{1, 31} = 63,97$ ;  $P < 0,0001$ ). As velocidades do vento observadas em campo no horário de 10:00 as 16:00 horas variou entre a mínima de  $2,8 \pm 1,17$  m/s e máxima de  $3,67 \pm 1,12$  m/s, valores estes utilizadas dentro o intervalo de velocidade utilizado nos testes de laboratório, e a intensidade de luz foi de  $970,2 \times 100$  Luz.

### Discussão

Apesar dos eriofiídeos apresentarem pouca mobilidade, *A. guerreronis* é capaz de se dispersar por caminhamento em pequenas distâncias. É possível que este ao sair do perianto, estimulado pela competição intra-específica ou pela ação dos predadores, tente alcançar preferencialmente outros frutos não infestados ou pouco infestados do mesmo cacho ou de outros cachos próximos da mesma planta por caminhamento através das espiguetas. As espiguetas dos diferentes cachos de uma mesma planta frequentemente se tocam. A possibilidade de dispersão entre os frutos por *A. guerreronis* foi verificada por Moore & Alexander (1987) na ilha caribenha de Santa Lucia, onde os autores observaram que esse eriofiídeo é capaz de caminhar através das espiguetas, demonstrando que o deslocamento físico do ácaro é possível. Observaram também a periodicidade de dispersão, sendo o maior número de ácaros na superfície do fruto verificado no período noturno e nas primeiras horas da manhã, entre 22:00 e 06:00 horas. Os resultados encontrados por esses autores reforçam os resultados obtidos neste trabalho sobre a importância da movimentação do eriofiídeo por caminhamento, sobretudo no período noturno. No entanto, Sumangala & Haq (2005) observaram em Kerala (Índia) que o máximo de atividade de dispersão

de *A. guerreronis* ocorreu entre 10:00 e 15:00 horas. Essa diferença de resultados pode ser atribuída a diferentes metodologias utilizadas pelos autores, à idade dos frutos, à variação dos danos, à planta hospedeira, condições climáticas, entre outros fatores. Segundo Galvão *et al.* (2008) os danos apresentados nos frutos estão diretamente relacionados à população de *A. guerreronis*, podendo haver variações nas populações encontradas. As condições ambientais como a umidade e a temperatura também podem influenciar na dispersão de *A. guerreronis*, pois a morfologia deste ácaro o torna mais sujeito a perda de água fora do perianto em comparação a outros eriofídeos que vivem em folhas de palmeiras como *Retracrus johnstoni* Keifer (Gondim Jr. & Moraes 2003). Por isso a preferência de *A. guerreronis* habitar locais protegidos e com alta umidade como o perianto do fruto, para evitar dessa forma a dessecação e garantindo a sua proteção em relação aos ácaros predadores (Sabelis & Bruin 1996, Lawson-Balagbo *et al.* 2007b).

Algumas espécies de eriofídeos têm a capacidade de produzir cera em resposta a altas temperaturas, como *Abacarus hystrix* (Nalepa) (Frost 1997). Comparado com espécies que não produzem cera como *A. guerreronis*, as que produzem cera tem maior capacidade de sobreviver em baixas umidades (Bergh 2001). Desta forma, a atividade de dispersão de *A. guerreronis* ser mais intensa no período noturno é justificável, pois neste período as condições climáticas são menos favoráveis a dessecação.

A dispersão de *A. guerreronis* por forese pode ser possível, mas não provável, pois em laboratório a dispersão através de espécies de insetos de hábitos diurnos (*A. mellifera*, *T. spinipes*) e noturnos (*A. subrufella* e *P. obesulus*) que visitaram os frutos do coqueiro não possibilitou a passagem, frequente de ácaros de frutos infestados para frutos não infestados. Além disso, a constatação da presença de *A. guerreronis* sobre o corpo de insetos de grande e pequeno porte de hábitos diurno e noturno em campo foi pequena. As espécies testadas não foram capazes de servir como eficientes transportadores de *A. guerreronis* para outros frutos. Contudo, é possível que isto

ocorra com outras espécies não testadas neste experimento. Waite & McAlpine (1992) observaram que *Eriophyes litchi* (Acari: Eriophyidae), considerada praga da lichia (*Litchi chinensis* Sonn.) na Ásia e no Havaí, utiliza *Apis mellifera* L. como veículo de disseminação entre plantas, pois as mesmas visitam um grande número de inflorescências transportando o ácaro aderido nas suas pernas para outras plantas, estabelecendo dessa forma novas colônias. Para *A. guerreronis* os agentes polinizadores, ou outros artrópodes que utilizam flores e frutos como alimento em coqueiro, provavelmente, não estão envolvidos no transporte de eriofídeos entre os cachos ou entre plantas, embora, as características das inflorescências do coqueiro favoreçam a ação de insetos no processo de polinização por causa da morfologia e da coloração das flores das inflorescências, assim como, a grande quantidade de pólen disponível como recurso alimentar que atraem numerosas categorias de himenópteros (Conceição *et al.* 2004). Por outro lado, os eriofídeos não apresentam adaptações comportamentais e estruturais para forese, pois nenhum instar ativo de eriofídeos é fisicamente ou estruturalmente adaptado para esse mecanismo de dispersão. Isso se deve pelo fato do mesmo possuir apenas dois pares de pernas na parte anterior do corpo e a sua forma não é pré-adaptada, contrastando com a forma achatada de outros grupos que se dispersam por forese. Embora o lobo caudal dos eriofídeos tenha capacidade adesiva, a posição terminal do mesmo impossibilita que estes ácaros consigam ficar aderidos ao inseto transportador (Lindquist & Oldfield 1996). Na maioria dos casos relatados, os artrópodes em que são encontrados os eriofídeos aderidos ao seu corpo, geralmente não têm uma associação preferencial para a planta hospedeira do mesmo ou quando encontrado sobre insetos, os mesmos são ápteros, dessa forma sem habilidades para transporte a longas distâncias, levando a conclusão de que os eriofídeos não são seletivos no que diz respeito aos seus transportadores (Shvanderov 1975).

A dispersão aérea é a principal estratégia para garantir a redistribuição ou colonização de ácaros fitófagos em novos habitats ou em novas plantas hospedeiras (Jeppson *et al.* 1975). É um meio para movimentação a longas distâncias de um ambiente desfavorável para um ambiente favorável, apesar da dispersão pelo vento ser considerada como movimento passivo. Já foram observados para algumas espécies de eriofídeos como *Aceria tulipae* (Keifer), *Calepitrimerus vitis* Nalepa, *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (Smith 1960, Nault & Styer 1969, Bergh & McCoy 1997, Duffner *et al.* 2001, Ozman & Goolbsby 2005) o comportamento de dispersão. Eriofídeos apresentam comportamento para se dispersar por correntes aéreas, como constatado nesse trabalho para *A. guerreronis*. Durante as observações e contagem de ácaros para determinação da periodicidade foi observado que *A. guerreronis*, às vezes, apresentava o corpo ereto, apoiando-se no lobo caudal. O comportamento apresentado pelos ácaros que utilizam correntes aéreas como forma de induzir o início da dispersão aérea é considerado o mais importante para ácaros fitófagos (Duffner *et al.* 2001). Alguns pesquisadores acreditam que eriofídeos possuem adaptações morfológicas e comportamentais para a dispersão aérea, considerando que os três maiores fatores que contribuem para a dispersão são o tamanho do corpo, a seta e o lobo caudal observadas em muitas espécies, além do comportamento ereto em resposta a presença de correntes de ar (Lindquist & Oldfield 1996, Sabelis & Bruin 1996).

Ficou constatada em estudos de laboratório que a dispersão aérea está diretamente ligada à velocidade do vento, pois se observou que nas maiores velocidades o número de ácaros dispersados foi proporcionalmente maior. Esta estratégia pode estar relacionada somente com a velocidade do vento ou, mais provavelmente, por uma combinação de fatores como velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar, entre outros (Nault & Styer 1969). A dispersão aérea pode ser reduzida ou estar ausente em condições de baixas velocidades do vento e baixas temperaturas (Sabelis & Bruin 1996). Porém, os ácaros transportados para longas distâncias,

provavelmente, estarão sujeitos à alta taxa de mortalidade em função da sua exposição a fatores bióticos e abióticos, reduzindo a probabilidade de chegar ao hospedeiro adequado (Bergh 2001). Para alguns, a dispersão aérea parece ser independente da densidade populacional e qualidade da planta hospedeira (Sabelis & Bruin 1996).

Neste trabalho constatou-se que: (i) *A. guerreronis* se dispersa por caminhamento entre frutos da mesma planta, através das espiguetas; (ii) *A. guerreronis* se dispersa a longas distâncias através de correntes aéreas; (iii) *A. guerreronis* não se dispersa frequentemente por forese através dos insetos testados neste trabalho. Estas informações são importantes na adoção de táticas de manejo.

### **Agradecimentos**

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo a primeira autora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE. A FACEPE e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa, e a este último pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa aos dois últimos autores. A Jorge Braz Torres (UFRPE) pelo auxílio nas análises estatísticas.

### **Literatura Citada**

- Alencar, J.A.; P.C.G, Alencar, F.N.P Haj & F.R. Barbosa. 2000.** Proposta de nível de controle para o monitoramento do gorgulho dos frutos do coqueiro. Instruções técnicas da Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido (Documento, 30).
- Athias-Binche, F. 1993.** Dispersal in varying environments: the case of phoretic uropodid mites. *Can. J. Zool.* 71: 1793-1798.
- Alves, E.B., N.F.B. Casarin & C. Omoto. 2005.** Mecanismo de dispersão de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) em pomares de citrus. *Neotrop. Entomol.* 34: 89-96.
- Bell, J.R., D.A. Bohan & G.S. Weyman. 2005.** Ballooning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genetics and models. *Bull. Entomol. Res.* 95: 69-114.

- Bergh, J.C. 2001.** Ecology and aerobiology of dispersing citrus rust mites (Acari: Eriophyidae) in Central Florida. *Environ. Entomol.* 30: 319-326.
- Bergh, J.C. & C.W. McCoy. 1997.** Aerial dispersal of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) from Florida citrus groves. *Environ. Entomol.* 26: 256-264.
- Binns, E.S. 1982.** Phoresy as migration: some functions and aspects of phoresy in mites. *Biol. Rev.* 57: 571-620.
- Boczeck, J. & V.G. Schevchenko. 1996.** Ancient associations: Eriophyoid mites on gymnosperms, p. 217-225. In E. E. Lindquist, M.W. Sabelis & J. Bruin (eds.), *Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 790p.
- Brandenburg, R.L & G.G. Kennedy. 1982.** Intercrop relationships and spider mites dispersal in a corn peanut agro-ecosystem. *Entomol. Exp. Appl.* 32: 269-276.
- Conceição, E.S., H.C. Delabie & A.O. Costa Neto. 2004.** A entomofilia do coqueiro em questão: avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. *Neotrop. Entomol.* 33: 679-683.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr, G.J. de Moraes, R. Hanna, L.M. Lawson-balagbo & P. Schausberger. 2009.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* doi: 10.1007/s10493-009-9308-5
- Duffner, K., G. Schruft & R. Guggenheim. 2001.** Passive dispersal of the grape rust mite *Calepitrimerus vitis* Nalepa 1905 (Acari, Eriophyoidea) in vineyards. *J. Pest. Sci.* 74: 1-6
- Evans, G.O. 1992.** Development and dispersal, p. 334-376. In G.O. Evans. *Principles of Acarology*. Cambridge. Wallingford. CAB International, 563p.
- Fan, Y & F.L. Pettit. 1998.** Dispersal of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae). *Exp. Appl. Acarol.* 22: 411-415.
- Ferreira, J.M.S., M. Michereff Filho & P.M.P. Lins. 2002.** Pragas do coqueiro: características, amostragem, nível de ação e principais métodos de controle, p.11-72. In J.M.S. Ferreira & M. Michereff Filho (eds.), *Produção integrada de coco: Práticas fitossanitárias*. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 107p.
- Flechtmann, C.H.W., J.M. Guerrero B, J.A. Arroyave & L.M. Constantino Ch. 1990.** A little known mode of dispersal of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). *Int. J. Acarol.* 16: 181-182.
- Frost, W.E. 1997.** Polyphenic wax production in *Abacarus hystrix* (Acari: Eriophyidae), and implications for migratory fitness. *Physiol. Entomol.* 22: 37 - 46.
- Galvão, A.S., M.G.C.Gondim Jr & S.J. Michereff. 2008.** Escala diagramática de dano de *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) em coqueiro. *Neotrop. Entomol.* 37: 723-728.

- Gondim Jr., M.G.C. & G.J. Moraes. 2003.** Life cycle of *Rretracrus johnstoni* (Acari: Phytoptidae). Neotrop. Entomol. 32: 197-201.
- 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.
- Holte, A. E., M.A. Houck & N.C. Collie. 2001.** Potencial hole of parasitism in the evolution of mutualism in astigmatid mites: *Hemisarcoptes cooremani* as a model. Exp. Appl. Acarol. 3: 11-20.
- 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. Puerto Rico 74: 237-251.
- Huffaker, C.B., M. Van de Vrie & J. A. McMurtry. 1969.** The ecology of tetranychidae mites and their natural control. Annu. Rev. Entomol. 14: 125-174.
- Jeppson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Barrat. 1975.** Mites injurious to economic plants. University of California. Press. Berkeley. 614p.
- Julia, J. F &D. Mariau. 1979.** New research on the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* in the Ivory Coast Oléagineux 34:181-189
- Yano, S. 2004.** Does *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) use flying insects as vectors for phoretic dispersal?. Exp. Appl. Acarol. 32: 243-248.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2007a.** Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for biological control of *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 43: 49-51.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2007b.** Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis* fine scale distribution and association with other mites under 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.
- Lesna, I., C.G.M. Conjim & S.W. Sabelis. 2004.** From biological control biological insight; rust-mite induced change in bulb morphology, a new mode of indirect plant defence. Phytophaga 14: 285-291.

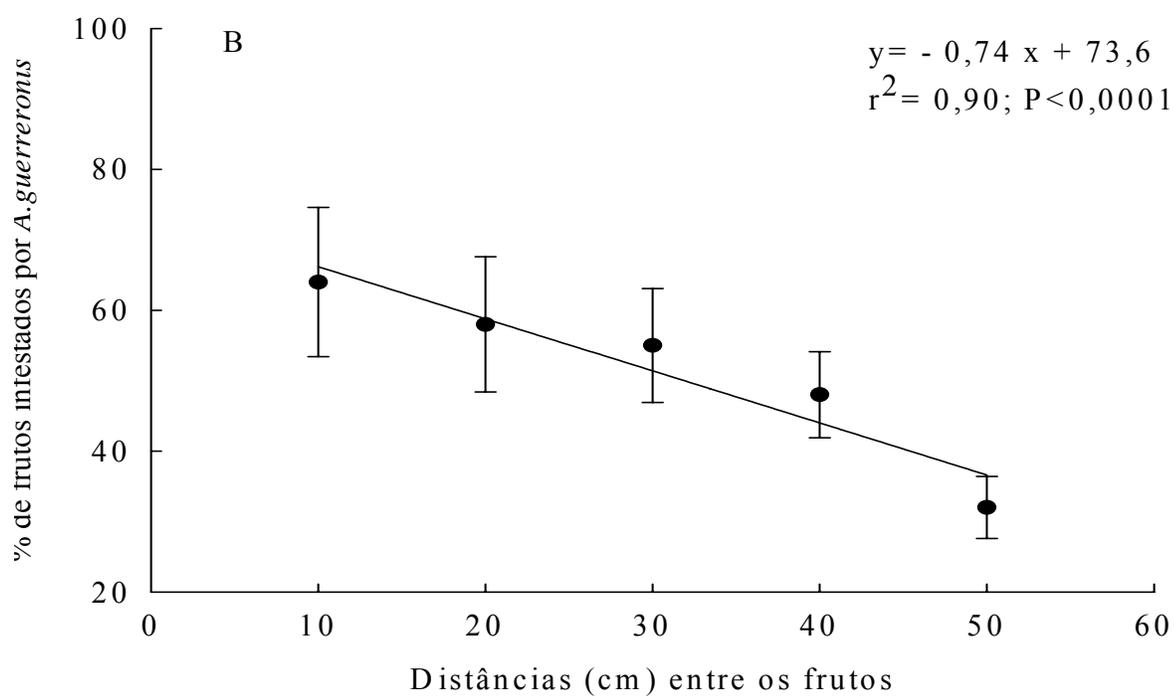
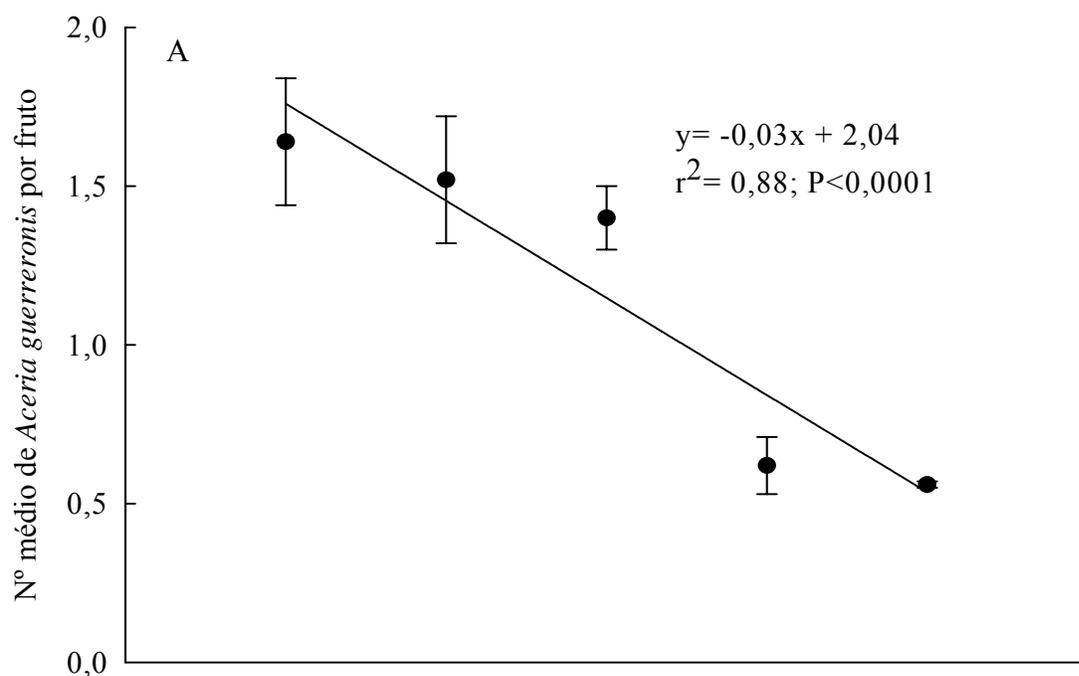
- Lindquist, E.E. & C.N. Oldifield. 1996.** Evolution and Phylogeny. Evolution of eriophyoid mites in relation to their host plant, p. 277-297. In E. E. Lindquist, M.W. Sabelis & J. Bruin (eds.), *Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier, 790p.
- Kennedy, G.C. & D.R Smitley. 1985.** Dispersal. p. 233-242. In W. Helle & M.W Sabelis, (eds) *Spider mites. Their biology, natural enemies and control*. World Crop Pest. Elsevier, 383p.
- Moore, D. & L. Alexander. 1987.** Aspects of migration and colonization of the coconut palm by the coconut mite, *Eriophyes guerreronis* (Keifer) (Acari: Eriophyidae). *Bull. Entomol. Res.* 77: 641-650.
- 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.
- Moore, D. 2000.** Non-chemical control of *Aceria guerreronis* on coconuts. *Biocontrol News Inf.* 21: 83–87.
- Moraes, G.J & C.W.H. Flethmann. 2008.** Características biológicas gerais dos ácaros, p. 64-70. In G.J. Moraes & C.W.H. Flethmann (eds.), *Manual de Acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto, Holos, 308p.
- Nault, L.R. & W.E. Styer. 1969.** The Dispersal of *Aceria tulipae* and three other grass-infesting eriophyid mites in Ohio. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 62: 1443-1455.
- Nair, C.P.R. 2002.** Status of eriophyid mite *Aceria guerreronis* Keifer in India, p. 9-12. 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.
- Natarajan, K. 1998.** Transport of yellow mite *Polyphagotarsonemus latus* by cotton whitefly. *Curr. Sci.* 20: 1142-1143.
- O'Connor, B.M. 2003.** Mites, p. 726-733. In V.H.Resh & R.T.Cardé. *Encyclopedia of insects*. USA, California, Academic Press,1227p.
- Osakabe, M.H., H. Isobe, A. Kasai, R. Masuda & M. Umeda. 2008.** Aerodynamic advantages of upside down take-off for aerial dispersal in *Tetranychus* spider mites. *Exp. Appl. Acarol.* 44: 165-183.
- Ozman, S.K. & J.A. Goolsby. 2005.** Biology and phenology of the eriophyid mite *Floracarus perrepa*, on its native host in Australia, old world climbing fern. *Lygodium microphyllum*. *Exp. Appl. Acarol.* 35: 197-213.
- Sabelis, M.W & J. Bruin. 1996.** Evolucionary 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. 1999-2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Seguni, Z. 2002.** Incidence, distribution and economic importance of the coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tanzanian coconut based cropping systems, p. 54-57. In L.C.P. Fernando, G.J. de Moraes & I.R. Wickramananda. (eds.), Proceedings of the International Workshop on Coconut Mite (*Aceria guerreronis*). Sri Lanka, Coconut Research Institute, 117p.
- Shvanderov, F.A. 1975.** The role of phoresy in the migration of eriophyid mites (Eriophyoidea). Zool. Zh. 54: 458-461.
- Smith, B.D. 1960.** The behaviour of the black currant gall mite (*Phytoptus ribi* Nal.) during the free living phase of its life cycle. Ann. Rep. Long.Ashton. Agric. Hortic. Res. Sta. 1959: 130-136.
- Smitley, D.R. & G.G. Kennedy. 1985.** Photo-oriented aerial dispersal behavior of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) enhances escape from the leaf surface. Ann. Entomol. Soc. Am. 78: 609-614.
- Sumangala, K. & M.A. Haq. 2005.** Diurnal periodicity and dispersal of Coconut mite, *Aceria guerreronis* Keifer. J. Entomol. Res. 29: 303-307.
- Sternlicht, M. 1969.** Effect of different wave lengths of light on the behaviour of an eriophyid bud mite, *Aceria sheldoni*. Entol. Exp. Appl. 12: 377-382.
- Zhao, S. & J.W. Amrine Jr. 1997.** A new method for studying aerial dispersal behavior of eriophyoid mite (Acari: Eriophyoidea). 2:107-110.
- Waite, G.K. & J.D. McAlpine. 1992.** Honey bees as carries of lichee erinose mite *Eriophyes litchii* (Acari: Eriophyidae). Exp. Appl. Acarol. 15: 299-203.

Tabela 1. Número (média  $\pm$  EP) de *Aceria guerreronis* dispersados através de insetos de hábitos noturnos e diurnos.

	Frutos do cacho 4 com brácteas		Frutos do cacho 4 sem brácteas <sup>1</sup>	
	<i>A. guerreronis</i> / fruto cacho 2	<i>A. guerreronis</i> / inseto	<i>A. guerreronis</i> / fruto cacho 2	<i>A. guerreronis</i> / inseto
Insetos diurnos				
<i>A. mellifera</i>	0,00	0,08 (-0,06 -0,22)	0,03 (-0,04-0,10) a	0,10 (-0,03-0,24) b
<i>T. spinipes</i>	0,00	0,00	0,03 (-0,04-0,10) a	0,47 (-0,09-0,84) a
Insetos noturnos				
<i>A. subrufella</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>P. obesulus</i>	0,00	0,08 (-0,06 -0,22)	0,00	0,30 (0,01-0,6)

<sup>1</sup>Médias (Intervalo de confiança) seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si para insetos noturnos e diurnos pelo teste de Wilcoxon ( $P > 0,05$ ).



) e a porcentagem de frutos do cacho 2 infestados por *Aceria guerreronis* (B) nas distâncias de 10, 20, 30, 40 e 50 cm.

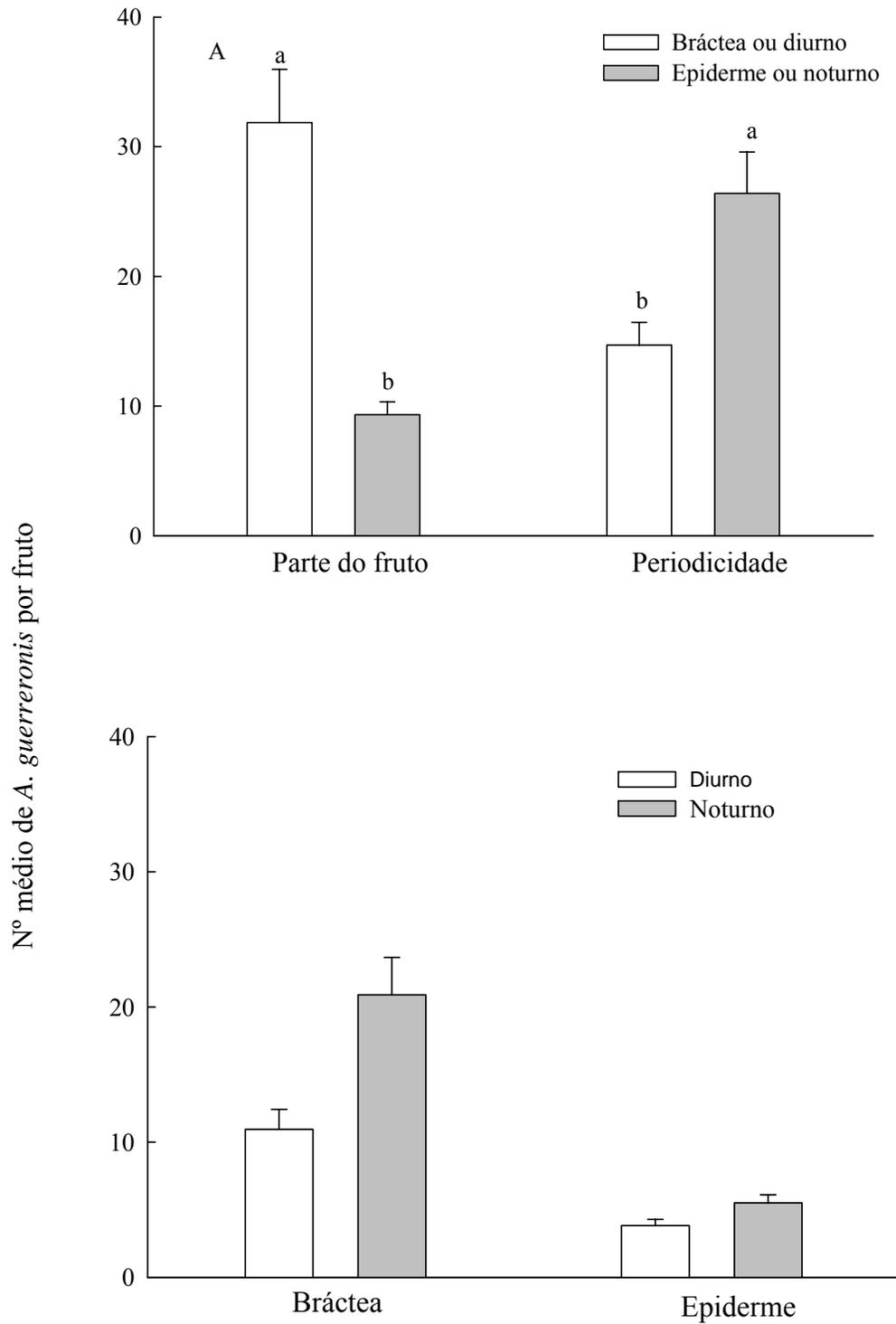


Figura 2. Número médio de *Aceria guerreronis* de acordo com a parte do fruto e a periodicidade de dispersão (A) e o numero médio de *Aceria guerreronis* na bráctea e na epiderme nos períodos diurno e noturno (B).

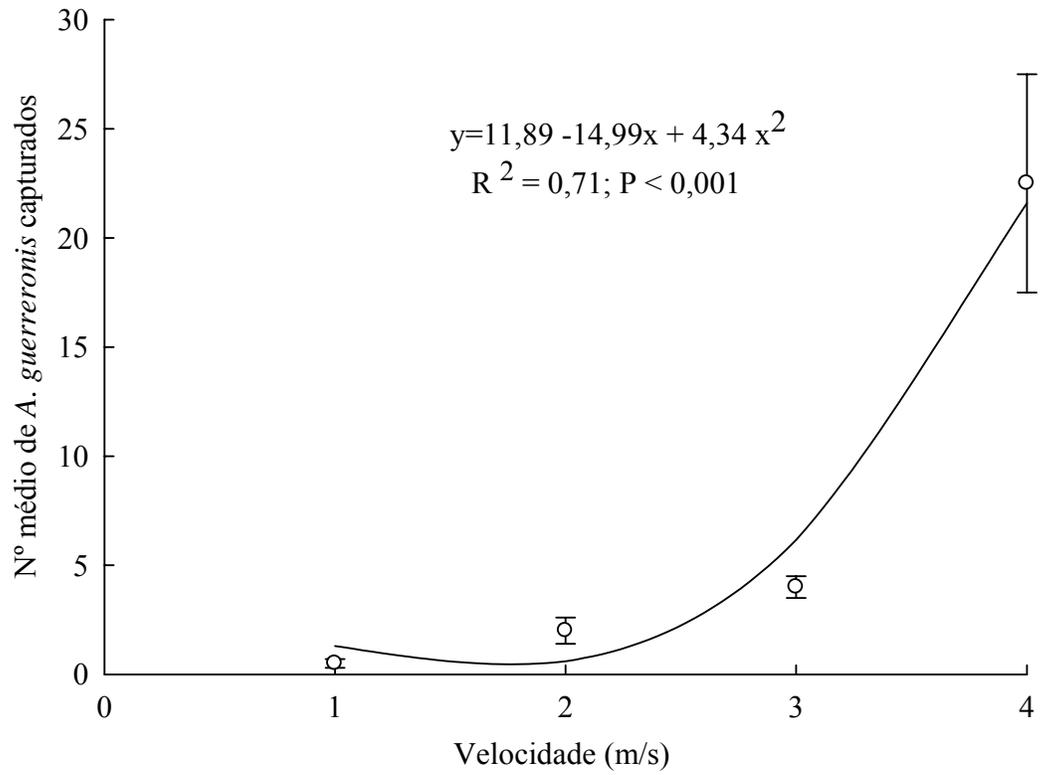


Figura 3. Relação entre a velocidade do vento em (m/s) e o número médio de *Aceria guerreronis* capturados em armadilhas, em condições de laboratório. Temp  $27 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR  $70 \pm 10\%$  e 10 Lux.

## CAPÍTULO 5

BIOLOGIA DE *Proctolaelaps bulbosus* MORAES, REIS & GONDIM JR, CANDIDATO AO  
CONTROLE DE *Aceria guerreronis* KEIFER, EM DIFERENTES ALIMENTOS<sup>1</sup>

ANDRÉIA S. GALVÃO<sup>2</sup>, MANOEL G.C. GONDIM JR.<sup>2</sup> & GILBERTO J. MORAES<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manoel de  
Medeiros, s/n, Dois irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,  
Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

---

<sup>1</sup>Galvão, A.S, M.G.C. Gondim Jr & G.J. Moraes. Biologia de *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr., candidato ao controle de *Aceria guerreronis* Keifer, em diferentes alimentos. Pesq Agropec. Bras.

RESUMO- *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) é uma das principais pragas de frutos do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em muitos países das Américas, África e parte da Ásia. Considerável atenção tem sido dada aos estudos de agentes de controle biológico de *A. guerreronis*. *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. é um predador recentemente descoberto em associação com *A. guerreronis*. Nada se sabe sobre a biologia dessa espécie. O objetivo desse trabalho foi determinar possíveis fontes de alimentos para *P. bulbosus*, dentre os itens frequentemente encontrados em frutos de coqueiro, incluindo *A. guerreronis*. Os itens avaliados foram os ácaros *A. guerreronis*, *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. e *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), o fungo *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr) Vuill e pólen de coqueiro, além do ácaro *Tetranychus urticae* Koch, presa usualmente utilizada em laboratório na produção massal de ácaros predadores. Os resultados mostraram que *P. bulbosus* conseguiu se desenvolver até a fase adulta apenas quando alimentado com *A. guerreronis*, *R.stolonifer* e *T. putrescentiae*. Além disso, *P. bulbosus* conseguiu se reproduzir alimentando-se dos 2 primeiros itens, mas não quando alimentado com *T. putrescentiae*. Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade mostraram melhor desempenho do predador quando alimentado com *A. guerreronis*. Estes resultados indicam que *P. bulbosus* utiliza *A. guerreronis* como alimento preferencial em coqueiro, podendo se manter na ausência desse eriofiídeo usando *R. stolonifer* como fonte de alimento.

PALAVRAS-CHAVE: *Cocos nucifera*, ácaro-da-necrose-do-coqueiro, Ascidae, predador, controle biológico

BIOLOGY OF *Proctolaelaps bulbosus* MORAES, REIS & GONDIM JR. CANDIDATE TO  
CONTROL *Aceria guerreronis* KEIFER IN DIFFERENT FOOD SOURCES

ABSTRACT - Keifer (Acari: Eriophyidae) is a major pest of coconut fruits (*Cocos nucifera* L.) in many countries of the Americas, Africa, and parts of Asia. Considerable attention has been given to studies of biological control agents of *A. guerreronis*. *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. is a predator recently discovered in association with *A. guerreronis*. Nothing is known about its biology. The aim of this study was to determine possible food sources for *P. bulbosus* among the items commonly found on coconut palms including *A. guerreronis*. The items evaluated were the mites *A. guerreronis*, *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr., and *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), the fungus *Rhizopus* cf. *stolonifer* (Ehrenb.: Fr) Vuill, coconut pollen, and mite *Tetranychus urticae* Koch, prey commonly used in laboratory in the mass production of predatory mites. The results showed that *P. bulbosus* was able to develop to adulthood when fed *A. guerreronis*, *R. cf. stolonifer*, and *T. putrescentiae*. The parameters of the life table of fertility showed better performance of the predator when fed *A. guerreronis*. These results indicate that *P. bulbosus* uses *A. guerreronis* as preferred food in coconut and can be maintained in the absence of eriophyid using *R. stolonifer* as a food source.

KEY WORDS: *Cocos nucifera*, mite-necrosis-coconut, predator, Ascidae, biological control

## Introdução

*Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) é uma das principais pragas do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em muitos países das Américas, África e parte da Ásia (Moore & Howard 1996, Seguni 2002, Lawson-Balagbo *et al.* 2008a). Essa praga se localiza abaixo das brácteas, causando necrose e até abortamento dos frutos (Haq *et al.* 2002, Nair 2002). Quando não abortados, os frutos atacados apresentam redução do peso e tamanho e, conseqüentemente, diminuição do valor comercial. Perdas na produção podem ser superiores a 60% (Moore 2000). Dentre os métodos utilizados para o controle de *A. guerreronis*, a aplicação de acaricidas tem demonstrado ser de difícil aplicação por causa do porte das plantas e pela proteção das colônias deste ácaro pelas brácteas (Mariau & Tchibozo 1973, Hernandez 1977, Moore *et al.* 1989, Ramaraju *et al.* 2002). Considerável atenção tem sido dedicada aos estudos de agentes de controle biológico de *A. guerreronis* (Moraes & Zacarias 2002, Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, b, 2008a, b, Domingos *et al.* 2009).

Os ácaros predadores mais comumente encontrados em associação com *A. guerreronis* no Brasil pertencem às famílias Phytoseiidae e Ascidae. As principais espécies encontradas são os fitoseídeos *Neoseiulus baraki* Athias-Henriot e *Neoseiulus paspalivorus* De Leon e o ascídeo *Proctolaelaps bickleyi* Bram (Moraes & Zacarias 2002, Lawson-Balagbo *et al.* 2007a). Esses ácaros já foram estudados em laboratório, verificando-se a adequação de *A. guerreronis* como fonte de alimento a estes (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Domingos *et al.* 2009). *Proctolaelaps bulbosus* Moraes, Reis & Gondim Jr. (Moraes *et al.* 2008), também tem sido encontrado em associação com esta praga em frutos abortados. (Lawson-Balagbo *et al.* 2008a).

O estudo da biologia é um dos requisitos básicos para avaliar o potencial de inimigos naturais como agentes de controle biológico de uma dada praga (Bellows *et al.* 1992). O objetivo

desse trabalho foi determinar possíveis fontes de alimentos para *P. bulbosus*, dentre os itens frequentemente encontrados em frutos de coqueiro, incluindo *A. guerreronis*.

### **Material e Métodos**

As unidades de criação dos predadores e as unidades experimentais foram sempre mantidas a  $25,0 \pm 1,0$  °C,  $75 \pm 10\%$  U.R. e 12 h de fotofase.

**Obtenção e criação de *P. bulbosus*.** Os ácaros utilizados neste trabalho foram obtidos de uma colônia estabelecida com aproximadamente 100 ácaros coletados em frutos de *C. nucifera* provenientes de Juazeiro, Estado da Bahia, cerca de dois meses antes do início do trabalho. Cada unidade de criação era constituída de um disco de lâmina de PVC preto posto sobre um disco de papel filtro, por sua vez colocado sobre outro disco de espuma de polietileno (1 cm de espessura), todos com 13 cm de diâmetro e colocados em uma bandeja plástica (16 cm de diâmetro). A colônia foi alimentada com todos os estágios de desenvolvimento de *A. guerreronis* sobre pedaços de epiderme de frutos infestados. O alimento foi repostado a cada dois dias.

**Procedimentos experimentais** - Um grupo de aproximadamente 50 fêmeas foi transferido da colônia de criação para cada uma de sete unidades semelhantes às descritas anteriormente, em que receberam o mesmo tipo de alimento. Após 12 horas, as fêmeas foram retiradas, retendo-se em cada unidade apenas 50 ovos depositados por *P. bulbosus*.

As unidades foram examinadas a cada 12 horas para determinar o período de incubação. Após a eclosão, cada larva foi transferida para uma unidade experimental constituída por um quadrado de folha de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformes* L., posto sobre um quadrado de papel filtro por sua vez colocado sobre outro quadrado de espuma de polietileno (1 cm de espessura), todos com 4 cm<sup>2</sup>, colocados em uma caixa plástica (7 x 6 x 5 cm). As margens do quadrado de folha de feijão-de-porco foram cobertas com algodão hidrófilo umedecido com água destilada para

evitar a fuga dos ácaros. A espuma de polietileno e o algodão foram mantidos sempre úmidos pela adição diária de água destilada na caixa plástica.

Os seguintes itens foram avaliados como alimento para *P. bulbosus*: todos os estágios de desenvolvimento dos ácaros *A. guerreronis* e *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr., obtidos de cocos periodicamente coletados no município de Itamaracá; ovos do ácaro *Tetranychus urticae* Koch, obtidos de uma colônia mantida há vários anos na Universidade Federal Rural de Pernambuco sobre plantas de feijão-de-porco extraído pelo método descrito por Bakker *et al.* (1992). Todos os estágios de desenvolvimento do ácaro *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), obtido de uma colônia mantida com ração para cães (“Pedigree adulto para raças pequenas<sup>®</sup>”); o fungo saprófita *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.:Fr) Vuill, obtido de brácteas de coco infestadas por *A. guerreronis*, cultivado no mesmo substrato citado no item anterior, como descrito por Lawson-Balagbo *et al.* (2007a); pólen de coqueiro, obtido periodicamente de inflorescências coletadas no campus da UFRPE. A quantidade e a forma de apresentação dos alimentos nos distintos tratamentos foram: aproximadamente 100 indivíduos de todas as fases de desenvolvimento de *A. guerreronis*, oferecidos ao predador sobre secções de aproximadamente 1,0 x 1,5 cm de epiderme de fruto infestado; aproximadamente 75 indivíduos de todas as fases de desenvolvimento de *S. concavuscutum*, oferecidos de forma semelhante ao citado para o tratamento anterior; aproximadamente 10 mg de ovos de *T. urticae*, sobre uma lamínula de vidro de 18 x 18 mm; aproximadamente 80 ovos de *T. putrescentiae*, sobre fragmentos de ração de 14 mg; aproximadamente 80 indivíduos de todas as fases de desenvolvimento de *T. putrescentiae*, oferecidos sobre aproximadamente 10 mg do substrato em que foi produzido; aproximadamente 10 mg do substrato de cultivo de *R. cf. stolonifer*, contendo aproximadamente 2.300 esporângios do fungo; aproximadamente 10 mg de pólen de coqueiro.

Cada unidade experimental foi examinada a cada doze horas, para determinar a duração de cada estágio imaturo pós-embriônico. Logo após a constatação da emergência de cada fêmea adulta, esta foi acasalada com um macho tomado ao acaso da colônia de manutenção. A partir de então, cada unidade foi avaliada a cada 24 h para a determinação da oviposição. Machos mortos foram substituídos por outros machos da criação, até a morte da fêmea. Todos os imaturos obtidos foram criados até a obtenção dos adultos, para determinar a razão sexual.

**Análise dos dados** - Os dados obtidos foram analisados através do delineamento experimental inteiramente casualizado, considerando-se cada ácaro como uma repetição. As durações dos estágios imaturos foram submetidas à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ( $P=0,05$ ), considerando-se apenas os tratamentos em que o predador completou o ciclo. Os resultados obtidos para os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade de fêmea, número diário e total de ovos por fêmea e razão sexual foram submetidos ao Teste t ( $P=0,05$ ). Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *P. bulbosus* foram estimados utilizando o programa de Maia *et al.* (2000), o qual utiliza o método “Jackknife” para estimar intervalos de confiança das médias dos tratamentos e permite comparações entre pares de tratamentos empregando-se o teste “t. Todos as análises foram realizadas com o uso do SAS (SAS Institute 1999-2001).

## Resultados

*Proctolaelaps bulbosus* conseguiu se desenvolver de ovo a adulto apenas quando alimentado com *A. guerreronis*, *T. putrescentiae* (ovos ou todos os estágios) e *R. stolonifer*. Os resultados subsequentes se referem apenas a estes itens como alimento. A duração do estágio larval foi menor para *P. bulbosus* alimentado com *A. guerreronis* e *R. stolonifer* ( $F_{3, 199}=12,87$ ;  $P=0,0001$ ). Para os demais estágios imaturos não houve diferença ( $P>0,05$ ). O período de desenvolvimento pós-

embrionário foi mais curto para *P. bulbosus* alimentado com *A. guerreronis* e maior para *T. putrescentiae* ( $F_{3,199}= 6,95$ ;  $P= 0,0010$ ). A viabilidade dos imaturos de *P. bulbosus* (ovo-adulto) foi de 50, 75, 85 e 88% quando alimentado com todas as fases de *T. putrescentiae*, ovos de *T. putrescentiae*, *A. guerreronis* e *R. stolonifer*, respectivamente ( $F_{3,199}= 10,65$ ;  $P= 0,0002$ ) (Tabela 1).

*Proctolaelaps bulbosus* ovipositou apenas quando alimentado com *A. guerreronis* e *R. stolonifer*. Quando alimentado com ovos e todos os estágios de *T. putrescentiae*, todas as fêmeas adultas morreram dentro de 48 h da emergência. Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os períodos de pré-oviposição dos predadores alimentados com *A. guerreronis* ou *R. stolonifer*. Foram significativamente maiores os períodos de oviposição ( $F_{1,59}=5,34$ ;  $P=0,0032$ ) e pós-oviposição ( $F_{1,59}=100,72$ ;  $P<0,0001$ ), a longevidade de fêmeas ( $F_{1,59}=71,10$ ;  $P<0,0001$ ), a oviposição total ( $F_{1,59}=28,46$ ;  $P<0,0001$ ) e diária ( $F_{1,59}=7,53$ ;  $P=0,0133$ ) quando o predador foi alimentado com *A. guerreronis*. A razão sexual dos predadores não diferiu estatisticamente quando os predadores foram alimentados com *A. guerreronis* ou *R. cf. stolonifer* ( $P>0,05$ ). A taxa intrínseca de crescimento populacional ( $r_m$ ) e a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) diferiram entre os alimentos avaliados, sendo os melhores resultados obtidos com *A. guerreronis* (Tabela 2).

O período de oviposição de *P. bulbosus* variou de 1 a 12 e 1 a 11 dias, registrando picos de produção de descendentes fêmeas no 4º e 6º dias (3,7 e 2,0 ovos) para *A. guerreronis* e *R. stolonifer*, respectivamente (Fig.1).

## Discussão

O presente trabalho mostra que *A. guerreronis* é a presa mais adequada entre os alimentos testados para *P. bulbosus*, garantindo alta taxa de crescimento populacional. Esse predador também pode consumir outros alimentos, comumente encontrados em frutos, favorecendo sua persistência

no campo, mesmo quando *A. guerreronis* se encontra em baixa densidade populacional. Resultados similares também foram encontrados para *P. bickleyi* em coqueiro (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a). Os Ascidae, especialmente os *Proctolaelaps*, são conhecidos pela capacidade de aumentar a sua população em curto período de tempo (Nawar 1992, Abou-Awad *et al.* 2001), como também observado para *P. bulbosus* neste trabalho.

Algumas espécies de *Proctolaelaps* são fungívoros como *P. pygmaeus* (Muller) (Shereef *et al.* 1980), *P. striatus* (Afifi 1984), *P. bickleyi* (Lawson-balabgo *et al.* 2008b) e *P. deleoni* Nawar, Childer and Abou-Setta (Nawar 1992). A alta taxa intrínseca de crescimento de *P. bulbosus* criado com *R. stolonifer* é um indicativo de que este alimento é adequado a esse predador. No campo, isto pode ser considerado um fator importante, pois esse ácaro é frequentemente encontrado em frutos abortados e necrosados em associação com fungos (Lawson-Balabgo *et al.* 2008a). Os ascídeos em geral são encontrados no solo e em ambientes úmidos (Gerson *et al.* 2003). A presença de *A. guerreronis* em frutos abortados no solo é reduzida, porém o ambiente úmido provavelmente pode favorecer o desenvolvimento de fungos, propiciando condições mais favoráveis a sobrevivência desse predador no campo. O método de cultivo de *R. stolonifer* utilizado neste trabalho é simples e barato, e a composição em proteínas, carboidratos e minerais, que são fontes que o fungo necessita para o seu desenvolvimento está disponível em rações para cachorro, que constitui um meio adequado para o cultivo do fungo (Lawson-balabgo *et al.* 2007a). Além de *R. stolonifer*, outras espécies de fungos são encontrados em frutos de coqueiro como *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. (Chuku *et al.* 2007), que talvez possam ter importância na alimentação de *P. bulbosus*. Nawar (1992) observou que *P. deleoni* desenvolve-se bem sobre o fungo *Fusarium oxysporum* Snyder & Hansen.

O pólen de coqueiro e *S. concavuscutum*, espécie comumente encontrada em grande número em frutos, ocupando o mesmo habitat que *A. guerreronis* (Navia *et al.* 2005), provavelmente não

são utilizados por *P. bulbosus* como alimento no campo, como sugerido pelos resultados deste estudo. Porém, era de se esperar que esse ácaro pudesse se desenvolver nesses tipos de alimentos, já que são encontrados em abundância no coqueiro, e são utilizados por outros ácaros predadores como fonte de alimento como os fitoseídeos (Lawson-balagbo *et al.* 2007a, Domingos *et al.* 2009).

*Tyrophagus putrescentiae* também é freqüentemente encontrado em frutos de coqueiro, no mesmo habitat ocupado por *A. guerreronis* (Reis *et al.* 2008). Esse ácaro permitiu o desenvolvimento das fases imaturas desse predador, embora com menor índice de viabilidade. Contudo, *T. putrescentiae* é um ácaro que pode ser utilizado por *P. bulbosus* como alimento complementar em condições de campo.

*Tetranychus urticae* foi considerado um alimento não adequado para *P. bulbosus*. Abou-Awad *et al.* (2001) observaram a inadequabilidade de *T. urticae* como presa para *Lasioseius athiasae* Nawar & Nast (Ascidae). Lawson-Balagbo *et al.* (2007a) verificaram o desempenho de *P. bickleyi* em diversas fontes alimentares e observaram também que *T. urticae*, polén de coqueiro e *S. furcatus* são alimentos inadequados àquele predador. Porém, como *T. urticae* não faz parte da fauna do coqueiro, e ácaros da família Tetranychidae não são comuns em frutos, já era esperado que o mesmo não fosse utilizado pelo predador como alimento, contudo sua inclusão neste estudo foi feita por se tratar de uma espécie bastante utilizada em criações de fitoseídeos.

O fato de *P. bulbosus* estar frequentemente associado a frutos infestados por *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008a, Moraes *et al.* 2008) indica que este predador deva se alimentar desta presa em campo, e conseqüentemente contribuírem para a redução populacional da mesma. Contudo, o habitat natural de *A. guerreronis* é o perianto (Lawson-Balagbo *et al.* 2008b), sendo usulamente encontrado fora deste local apenas durante o processo de dispersão. Portanto, *P. bulbosus* deve se alimentar de *A. guerreronis*, durante o processo de dispersão, pois os Ascidae encontram nas brácteas do coqueiro uma barreira física a invasão do perianto (Lawson-Balagbo *et*

al. 2008b). Por causa da dificuldade de acesso ao local onde a praga se localiza no fruto, predadores como *P. bulbosus* necessitam de outras fontes alimentares para garantir a manutenção da sua população em campo, quando *A. guerreronis* encontra-se em escassez. Contudo, quando os frutos caem no solo, ou estão prestes a abortar, a entrada no perianto é facilitada pelo afastamento natural das brácteas, dando acesso aos eriofídeos que ainda não se dispersaram.

Esse trabalho apresentou informações básicas sobre a biologia de *P. bulbosus* em alguns tipos de alimentos que ocorrem em coqueiro. Porém, os resultados apresentados não são conclusivos em relação ao papel de *P. bulbosus* como um provável agente de controle de *A. guerreronis*. Contudo, sugere-se que essa espécie, juntamente com outros predadores que não possuem acessibilidade ao local onde a presa se desenvolve, a não ser quando esses frutos estejam próximos ao abortamento ou durante o processo de dispersão da presa, possa contribuir para o controle natural de *A. guerreronis*. Estudos mais detalhados sobre esse ácaro como um potencial agente de controle é necessário para que se possa avaliar de forma mais detalhada o seu desempenho como predador em laboratório e em campo.

### **Agradecimentos**

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo a primeira autora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da UFRPE. A FACEPE e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa, e a este último pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa aos dois últimos autores.

### **Literatura Citada**

**Abou-Awad, B.A., A.M. Koraem, M.F. Hassan & M.A. Abou- Elela. 2001.** Life history of the predatory mite *Lasioseius athiasae* (Acari: Ascidae) on various kinds of food substances: a polyptide analysis of consideration. J. Appl. Entomol 125: 125-130.

- Affi, A.M., M.F. Hassan & S.M. El-Bishlawy. 1984.** *Proctolaelaps striatus* (Acari-Gamasida-Ascidae), a new species from Egypt, with notes on its biology. Bull. Fac. of Agric. Univ. of Cairo 35: 1215-1226.
- Bellows Jr, T.S., R.G. Van Driesche & J.S. Elkinton. 1992.** Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. Annu. Rev. Entomol. 37: 587–614.
- Bakker, F., A. Grove, S. Blumel, J. Calis & P.Oomen. 1992.** Side-effect tests for phytoseiids and their rearing methods. IOBC/WPRS Bull. 15: 61-81.
- Chuku, E.C., O.K. Ogbalu & J.A. Osakwe. 2007.** Fungi of coconut (*Cocos nucifera* L.): their deteriorative, ability quality stability and the role of the fungus-eating insect. J. Appl. Sci.7: 3106-3110.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hanna, L.M. Lawson-balagbo & P. Schausberger. 2009.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol doi: 10.1007/s10493-009-9308-5
- Gerson, U., R.L Smiley & R. Ochoa. 2003.** Mites (Acari) for pest control. Blackwell Publishing, Oxford. 539p.
- 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.
- Hernandez, R.F. 1977.** Combate quimico del eriofiídeo del cocotero *Aceria* (Eriophyes) *guerreronis* (K) em la costa de Guerrero. Agric.Téc. Méx. 4: 23-28
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2007a.** Life history of the predatory mites *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidates for biological control of *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 43: 49-51.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J.Moraes, R. Hana & P. Schausberger.2007b.** Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis*: Fine scale distribution and association with other mites under the perianth. Bio. Control 43: 102-110.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2008a.** 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.

- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr, G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2008b.** Compatibility of *Neoseiulus paspalivorus* and *Proctolaelaps bickleyi*, candidate biocontrol agents of the coconut mite *Aceria guerreronis*: spatial niche use and intraguild predation. *Exp. Appl. Acarol.* 45:1-13.
- 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.* 95: 511-518.
- Mariau, D & H.M. Tchiboza. 1973.** Essais de lutte chimique contre *Aceria guerreronis* (Keifer). *Oléagineux* 28: 133-135.
- 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.
- Moore, D., L. Alexander-& R.A. Hall. 1989.** The coconut mite, *Eriophyes guerreronis* Keifer in St. Lucia: yield losses and attempts to control it with acaricide, polybutene and *Hirsutella fungus*. *Trop. Pest Manag.* 35: 83-89.
- Moore, D. 2000.** Non-chemical control of *Aceria guerreronis* on coconuts. *Biocontrol News Inf.* 21: 83-87.
- Moraes, G.J. & M.S. Zacarias. 2002.** Use of predatory mites for control of eriophyid mites, p. 78-88. 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.
- Moraes, G.J., A.C. Reis & G.C. Gondim Jr. 2008.** A new species of *Proctolaelaps* Berlese (Acari: Ascidae) from northeastern Brazil. *Int. J. Acarol.*34: 267-272.
- Nair, C.P.R. 2002.** Status of eriophyid mite *Aceria guerreronis* Keifer in India, p.9-12. 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.
- 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.
- Nawar, M.S. 1992.** Life table of *Proctolaelaps deleoni* Nawar, Childes and Abou-Setta (Gamasida: Ascidae) at different temperatures. *Exp. Appl. Acarol.* 13: 281-285.

- Ramaraju, K., K. Natarajan, P.C. Sundara Babu, S. Palanisamy & J. Rabrinda. 2002.** Studies on coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tamil Nadu, India, p. 13-31. 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.
- Reis, A.C., M.G.C. Gondim Jr, G.J. De Moraes, R. Hana, 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.
- SAS Institute.** 1999-2001. SAS/STAT User's guide, version 8.02, T.S level 2MO. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- Seguni, Z. 2002.** Incidence, distribution and economic importance of the coconut eriophyid mite, *Aceria guerreronis* Keifer in Tanzanian coconut based cropping systems, p. 54-57. 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.
- Shereef, G.M., Zaher, M.A & A.M. Afifi. 1980.** Biological studies and feeding habitats of *Proctolaelaps pygmaeus* (Muller). Zool. Soc. Egypt. 30:80-85.

Tabela 1. Duração média em dias ( $\pm$ EP) dos diferentes estágios de desenvolvimento e viabilidade da fase imatura (ovo-adulto) de *Proctolaelaps bulbosus* em diferentes tipos de alimentos a  $25,0 \pm 1,0$  °C,  $75 \pm 10\%$  U.R. e 12 h de fotofase. N=50.

	Alimentos <sup>1</sup>			
	<i>A. guerreronis</i>	<i>R. stolonifer</i>	Ovos de <i>T. putrescentiae</i>	Todos os estágios de <i>T. putrescentiae</i>
Ovo	1,1 $\pm$ 0,03 a	1,2 $\pm$ 0,03a	1,1 $\pm$ 0,07a	1,3 $\pm$ 0,09a
Larva	1,0 $\pm$ 0,01b	1,0 $\pm$ 0,02b	1,4 $\pm$ 0,06a	1,4 $\pm$ 0,07a
Protoninfa	1,0 $\pm$ 0,01a	1,0 $\pm$ 0,01a	1,2 $\pm$ 0,08a	1,1 $\pm$ 0,09a
Deutoninfa	1,1 $\pm$ 0,02a	1,1 $\pm$ 0,07a	1,2 $\pm$ 0,05 a	1,1 $\pm$ 0,09a
Ovo-adulto	4,2 $\pm$ 0,09 c	4,4 $\pm$ 0,08 bc	4,8 $\pm$ 0,15 ab	5,0 $\pm$ 0,19a
Viabilidade	85,45 $\pm$ 3,84a	88,00 $\pm$ 3,00a	75,00 $\pm$ 3,72a	50,00 $\pm$ 6,41b

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste t- (P=0,05).

Tabela 2. Duração média em dias ( $\pm$  EP) dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade, oviposição diária e total, razão sexual, taxa líquida de reprodução e taxa intrínseca de crescimento populacional de *Proctolaelaps bulbosus* em dois tipos de alimentos. 25,0  $\pm$  1,0 °C, 75  $\pm$  10% U.R. e 12 h de fotofase. N=30.

Parâmetros biológicos	Alimento <sup>1</sup>	
	<i>A. guerreronis</i>	<i>R. stolonifer</i>
Período de pré-oviposição	0,6 $\pm$ 0,05 a	0,7 $\pm$ 0,08 a
Período de oviposição	9,2 $\pm$ 0,20 a	8,5 $\pm$ 0,14 b
Período de pós-oviposição	4,7 $\pm$ 0,23 a	2,7 $\pm$ 0,13 b
Longevidade de fêmea	14,5 $\pm$ 0,33 a	11,9 $\pm$ 0,13 b
Número diário de ovos/fêmea	1,8 $\pm$ 0,05 a	1,4 $\pm$ 0,04 b
Número total de ovos/fêmea	25,7 $\pm$ 0,53 a	16,6 $\pm$ 0,48 b
Razão sexual	0,8 $\pm$ 0,04 a	0,8 $\pm$ 0,03 a
<sup>2</sup> R <sub>0</sub>	17,5 (16,39-18,63) a	11,3 (10,34-12,30) b
<sup>2</sup> r <sub>m</sub>	0,4 (0,38-0,40) a	0,3 (0,29-0,31) b

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste tP=0,05).

<sup>2</sup>Comparação dois a dois através do intervalo de confiança a 95% de probabilidade após estimativa pelo método Jackknife (SAS Institute 1999-2001).

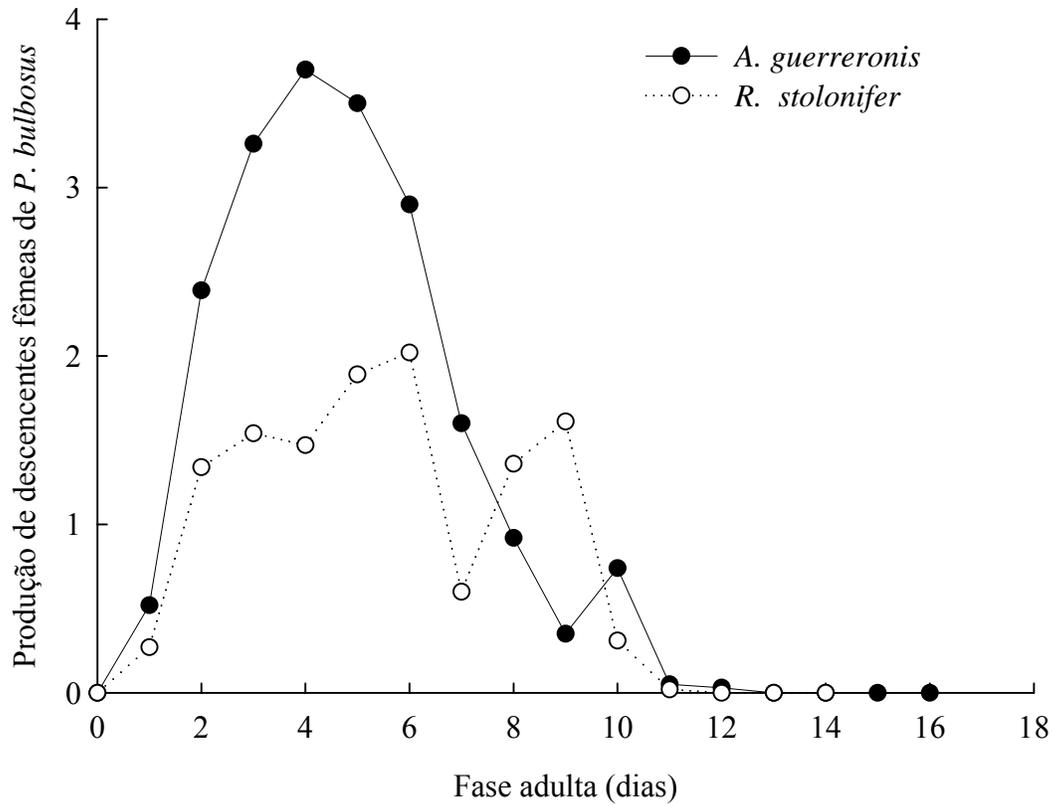


Figura 1. Ritmo de produção de descendentes fêmeas de *Proctolaelaps bulbosus*, em dois tipos de alimentos.  $25,0 \pm 1,0$  °C,  $75 \pm 10\%$  U.R. e 12 h de fotofase.