

TARSONEMÍDEOS (ACARI: TARSONEMIDAE) ASSOCIADOS A FRUTOS DO  
COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL:  
DIVERSIDADE, TAXONOMIA E BIOECOLOGIA

por

GIRLEIDE VIEIRA DE FRANÇA BELTRÃO

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

RESUMO

*Steneotarsonemus concavuscutum* e *Steneotarsonemus furcatus* são espécies de tarsonemídeos que habitam e causam danos aos frutos de coqueiro. As lesões promovidas por esses tarsonemídeos são facilmente confundidas com aquelas causadas por *Aceria guerreronis*, que é a espécie mais frequente. Espécies de *Tarsonemus* são também relatadas em frutos de coqueiro, frequentemente associadas a ácaros fitófagos. O presente estudo teve como objetivo: (i) realizar um levantamento dos tarsonemídeos associados ao perianto dos frutos do coqueiro no litoral do nordeste do Brasil; (ii) estudar a distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* e do predador *Neoseiulus baraki*; (iii) avaliar os efeitos de fatores bióticos e abióticos sobre *S. concavuscutum* ao longo de um ano; (iv) estudar o hábito alimentar das espécies de *Tarsonemus* encontrados; (v) estudar morfológicamente as espécies de *Tarsonemus* encontradas; e (vi) avaliar a utilização das escalas diagramáticas já existentes, bem como de seus modelos preditivos para estimar as populações de *S. concavuscutum*. Como resultados foram encontrados *S. concavuscutum*, *S. furcatus* e quatro morfoespécies de *Tarsonemus* associadas ao perianto dos frutos; *S. furcatus* apresenta distribuição geográfica mais ampla que *S. concavuscutum*, embora seja menos abundante; a distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* é influenciada pela idade dos frutos, com pico

populacional no cacho com seis meses de idade; *Neoseiulus baraki* constitui o principal inimigo natural de *S. concavuscutum*, cujo pico populacional ocorre no cacho com sete meses; a dinâmica populacional de *S. concavuscutum* é influenciada pela precipitação, temperatura média e por *N. baraki*; *Tarsonemus* (morfoespécie 1) é fitozoófago; e a ilustração da escala diagramática de Sousa *et al.* (2017) pode ser utilizada na estimativa de populações de *S. concavuscutum*, contudo um novo modelo foi estabelecido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácaro, dinâmica populacional, distribuição intra-planta, hábito alimentar, escala de notas, *Tarsonemus*, *Steneotarsonemus*

TARSONEMIDOS (ACARI: TARSONEMIDAE) ASSOCIATED WITH THE COCONUT  
FRUIT PERIANTH (*Cocos nucifera* L.) IN THE COAST OF NORTHEASTERN BRAZIL:  
OCCURRENCE, TAXONOMY AND BIOECOLOGY

por

GIRLEIDE VIEIRA DE FRANÇA BELTRÃO

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

ABSTRACT

*Steneotarsonemus concavuscutum* and *Steneotarsonemus furcatus* are species of tarsonemids that inhabit and cause damage to coconut fruits. The lesions caused by these tarsonemids are easily confused with those caused by *Aceria guerreronis*, which is the most common species found on the fruit. *Tarsonemus* species have also been reported on coconut fruits, often associated with phytophagous mites. The objective of this study was: (i) to carry out a survey of Tarsonemidae associated with the perianth of coconut fruits in the northeastern coast of Brazil; (ii) to study the intraplant distribution of *S. concavuscutum* and predators *Neoseiulus baraki*; (iii) to evaluate the effects of biotic and abiotic factors on *S. concavuscutum* over the course of one year; (iv) to study the feeding habits of the *Tarsonemus* species found; (v) to study morphologically the *Tarsonemus* species found; and (vi) to evaluate the use of existing diagrammatic scales, as well as their predictive models, to estimate *Steneotarsonemus* populations. *Steneotarsonemus concavuscutum*, *S. furcatus* and four morphospecies of *Tarsonemus* found associated with coconut perianth; *S. furcatus* has a wider geographic distribution than *S. concavuscutum*, but it is less abundant; the intraplant distribution is influenced by fruit age, population peaking in the six-month-old sample; *N. baraki* is the main natural enemy of *S. concavuscutum*, whose population peak occurs in the seven-month-

old sample; the population dynamics of *S. concavuscutum* are influenced by precipitation, average temperature, and by *N. baraki*; *Tarsonemus* (morphospecies 1) is a phytophagous species; and the illustration of diagrammatic scale Sousa *et al.* (2017), can be used to estimate *S. concavuscutum* populations, but a new model was established.

KEY WORDS: Mite, population dynamics, intra-plant distribution, eating habits, grade scale, *Tarsonemus*, *Steneotarsonemus*

TARSONEMÍDEOS (ACARI: TARSONEMIDAE) ASSOCIADOS A FRUTOS DO  
COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL:  
DIVERSIDADE, TAXONOMIA E BIOECOLOGIA

por

GIRLEIDE VIEIRA DE FRANÇA BELTRÃO

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

RECIFE - PE

Novembro – 2021

TARSONEMÍDEOS (ACARI: TARSONEMIDAE) ASSOCIADOS A FRUTOS DO  
COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL:  
DIVERSIDADE, TAXONOMIA E BIOECOLOGIA

por

GIRLEIDE VIEIRA DE FRANÇA BELTRÃO

**Comitê de Orientação:**

Manoel Guedes Corrêa Gondim Jr. – UFRPE

José Wagner da Silva Melo – UFC

Debora Barbosa de Lima – UFPE

TARSONEMÍDEOS (ACARI: TARSONEMIDAE) ASSOCIADOS A FRUTOS DO  
COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL:  
DIVERSIDADE, TAXONOMIA E BIOECOLOGIA

por

GIRLEIDE VIEIRA DE FRANÇA BELTRÃO

**Banca Examinadora:**

Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior – UFRPE

Gilberto José de Moraes – ESALQ/USP

Antônio Carlos Lofego – UNESP

Anibal Ramadan de Oliveira - UESC

José Wagner da Silva Melo – UFC

---

Girleide Vieira de França Beltrão  
Doutora em Entomologia

---

Prof. Manoel G.C. Gondim Jr. – UFRPE  
Orientador

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B453t Beltrão, Girleide Vieira de França  
Tarsonemídeos (Acari: Tarsonemidae) associados a frutos do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no litoral do Nordeste do Brasil: diversidade, taxonomia e bioecologia / Girleide Vieira de França Beltrão. - 2021.  
149 f. : il.

Orientador: Manoel Guedes Correa  
Gondim Jr .Coorientador: Jose Wagner  
da Silva .  
Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Recife, 2021.

1. Ácaro. 2. dinâmica populacional. 3. distribuição intra-planta. 4. hábito alimentar. 5. escala de notas. I. Jr , Manoel Guedes Correa Gondim, orient. II. , Jose Wagner da Silva, coorient. III. Título

CDD 632.7

---



## DEDICATÓRIA

A Deus e Nossa Senhora;

Aos meus pais, Genival C. de França e Rita V. de França;

Ao meu filho, que ainda encontra-se em meu ventre;

Aos meus avós, José Cornélio e Maria José Vieira;

Aos meus irmãos e amigos, Girlene da C. Vieira de França e Girlan Vieira de França;

Aos meus sobrinhos, João Lucas, João Paulo e Maria Rita;

Ao meu esposo, Rodolpho Cavalcanti Beltrão;

Aos meus cunhados, Érica Vieira e Robson Gonçalves;

Aos meus tios, Conceição Vieira, Lindalva Vieira, Paulo Cornélio, Sebastião Cornélio e Felipe Cornélio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade de Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realização do curso;

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia (PPGE), por todo conhecimento adquirido graças à qualidade do corpo docente;

À Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

A Deus, ao Espírito Santo e a Nossa Senhora, pela proteção, força e perseverança que me deram e que me fizeram trilhar todas as etapas de minha vida;

Ao meu filho, concebido já no finalzinho do doutorado;

Aos meus pais, Genival C. de França e Rita V. de França por terem feitos dos meus sonhos os deles, por terem acreditado e batalhado junto a mim por uma educação digna, ensinando que quando queremos somos capazes de alcançar nossos sonhos;

À memória dos meus avós José Cornélio e Maria José Vieira, que em vida sempre acreditaram em mim e me mostraram que é preciso lutar por tudo que almejamos;

Aos meus irmãos Girlan Vieira e Girlene da C. Vieira, por sempre estarem ao meu lado, por todo amor, força, carinho, proteção e dedicação que destinam a mim, pois é neles que encontro força pra seguir;

Aos meus sobrinhos, João Lucas, João Paulo e Maria Rita, por me darem forças em querer ser fonte de orgulho para eles;

Ao meu esposo e amigo, Rodolpho Cavalcanti Beltrão, por sempre está ao meu lado, me dando forças e acreditando em minha capacidade, além de tudo por aguentar todos os meus desabafos durante essa longa jornada;

Aos meus cunhados, Érica Vieira e Robson Gonçalves, por sempre acreditarem no meu potencial;

Aos meus tios, Paulo Cornélio, Sebastião Cornélio, Felipe Cornélio, Conceição Vieira, e Lindalva Vieira, pelo apoio que sempre me deram;

Às minhas antigas e eternas professoras, Rosilda e Jucelúcia, por todo o apoio e credibilidade que me deram no momento de alçar voo na vida acadêmica;

Ao meu orientador, Manoel Guedes C. Gondim Júnior, que desde à iniciação científica tem se dedicado à minha formação acadêmica, que me mostrou os primeiros passos a serem dados na ciência e graças à sua dedicação e confiança, permitiu me tornar a profissional que sou! A ele, minha eterna gratidão;

Ao Prof. Antônio Carlos Lofego, que com toda paciência e atenção me deu um grande suporte e me ensinou muito sobre taxonomia de Tarsonemidae, serei eternamente grata pela parceria;

Aos meus Coorientadores, José Wagner e Débora Barbosa, por todo o apoio no desenvolvimento de meu trabalho, por todo tempo dedicado às minhas dúvidas, às minhas análises e à correção de meu trabalho. Agradeço a vocês, a paciência e a dedicação que foi destinada à minha formação;

À minha amiga, Vaneska Barbosa, que esteve ao meu lado em todo desenvolvimento do trabalho, sempre pronta para esclarecer minhas dúvidas. Serei eternamente grata, não apenas por toda ajuda proporcionada à minha formação acadêmica, mas também por todo apoio emocional;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia (PPGE), por todo conhecimento proporcionado;

Aos meus amigos da graduação, Jamile, Jéssica, Clarisse, Itammar, Fernando e Igor, por me fazer persistir em meus objetivos;

Aos colegas do Laboratório de Acarologia Agrícola, Érica Calvet, Lídia Almeida e André Melo, pelos momentos de distração;

Aos ex-colegas de laboratório, que durante o período de convivência contribuíram bastante para minha formação, Cleiton, Carla, Cecília, Josilene, Cristina, Débora, Wagner, Daniela, Ellen, Aline, Antônio, Adria, Handel;

Às minhas amigas e ex-companheiras de laboratório, Vaneska Barbosa, Aleuny Reis e Vanessa Farias, que além de contribuírem com minha formação, proporcionaram momentos de descontração e apoio emocional durante essa trajetória;

Aos colegas André, Lídia, Érica, Vaneska, Jamile, Bete, Yuri, Nataly, David, Mayara e Carla, que destinaram um pouco de seu tempo para contribuir com a avaliação dos frutos para compor meu trabalho de escalas de notas. A participação de vocês foi muito importante para meu trabalho;

Aos “agregados do laboratório”, Jamile, Tamara, Jenifer, Bete, Nataly, Bruna, Isabel, Daniel e Pedro pelos momentos de descontração e nossos desabafos ao tomar um cafezinho;

A todos que nessa longa jornada contribuíram para minha formação, minha eterna gratidão.

## SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS .....	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO .....	1
LITERATURA CITADA.....	10
2 TARSONEMÍDEOS E PREDADORES ASSOCIADOS A FRUTOS DE COQUEIRO ( <i>Cocos nucifera</i> L.) NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL: OCORRÊNCIA E BIOECOLOGIA .....	19
RESUMO .....	20
ABSTRACT .....	21
INTRODUÇÃO .....	22
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO.....	29
AGRADECIMENTOS.....	35
LITERATURA CITADA.....	35
3 ÁCAROS DO GÊNERO <i>Tarsonemus</i> CANESTRINI & FANZAGO ASSOCIADOS AO PERIANTO DE FRUTOS DE <i>Cocos nucifera</i> L. ....	44
RESUMO .....	45
ABSTRACT .....	46
INTRODUÇÃO .....	47

	MATERIAL E MÉTODOS .....	49
	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
	AGRADECIMENTOS.....	65
	LITERATURA CITADA.....	66
4	DINÂMICA POPULACIONAL DE UMA ESPÉCIE NEGLIGENCIADA DE ÁCARO PRAGA EM FRUTOS DO COQUEIRO ( <i>Cocos nucifera</i> L.), <i>Steneotarsonemus concavuscutum</i> LOFEGO & GONDIM JR.....	93
	RESUMO .....	94
	ABSTRACT .....	95
	INTRODUÇÃO .....	96
	MATERIAL E MÉTODOS .....	98
	RESULTADOS.....	99
	DISCUSSÃO.....	101
	AGRADECIMENTOS.....	106
	LITERATURA CITADA.....	106
5	É POSSÍVEL UTILIZAR AS ESCALAS DIAGRAMÁTICAS DESENVOLVIDAS PARA <i>Aceria guerreronis</i> KEIFER PARA ESTIMAR POPULAÇÕES DE <i>Steneotarsonemus concavuscutum</i> LOFEGO & GONDIM JR. EM FRUTOS DE COQUEIRO ( <i>Cocos nucifera</i> L.)? .....	116
	RESUMO .....	117
	ABSTRACT .....	118
	INTRODUÇÃO .....	119
	MATERIAL E MÉTODOS .....	121
	RESULTADOS.....	123

DISCUSSÃO.....	124
AGRADECIMENTOS.....	126
LITERATURA CITADA.....	126
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	134

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

A comunidade ecológica é constituída por todos os organismos que habitam um determinado ambiente, e sua estrutura é baseada em alguns aspectos como diversidade e abundância de espécies, interações e organização funcional (guildas) (Vallend 2010, Price *et al.* 2011, Schowalter 2016). Diversos fatores podem interferir na estrutura da comunidade, tais como o hábitat, a disponibilidade de recursos e a interação das espécies (Schowalter 2016). Além desses fatores, a colonização e a extinção de espécies também contribuem para a composição e dinâmica do ambiente (Schoonhoven *et al.* 2005, Mougi & Kondoh 2012), assim como fatores abióticos, sobretudo temperatura e umidade (Schowalter 2016).

As condições climáticas do ambiente onde os artrópodes vivem sofrem variações decorrentes da sazonalidade, podendo favorecer ou desfavorecer a existência das espécies (Wolda 1988, Paglia *et al.* 2012, Schowalter 2016). Isto se deve principalmente ao fato dos artrópodes serem organismos ectotérmicos, tendo a regulação da temperatura do corpo dependente das condições ambientais. A temperatura, a umidade relativa e a precipitação são alguns dos principais componentes climáticos que interferem na biologia, fisiologia e ecologia dos artrópodes (Negloh *et al.* 2010, Karuppaiah & Sujayanad 2012, Régnière *et al.* 2012, Khaliq *et al.* 2014, Zhang *et al.* 2016). Essas variações podem interferir sobre os artrópodes tanto indiretamente, influenciando as alterações das plantas hospedeiras com os demais recursos fornecidos para sua sobrevivência, como também diretamente, atuando sobre suas atividades vitais (Cornelissen 2011, Zhu *et al.* 2015, Jamieson *et al.* 2017, Xie *et al.* 2018). Os efeitos dessas alterações sobre a ecologia desses organismos refletem em suas interações, dinâmica populacional, distribuição no seu habitat, possibilidade de invasão de espécies



exóticas e extinção de algumas espécies (Crozier & Dwyer 2006, Araújo & Luoto 2007, Jeffs & Lewis 2013, Hulme 2017, Castex *et al.* 2018, Pureswaran *et al.* 2018).

Os fatores bióticos e abióticos influenciam a população de um organismo ao longo do tempo. Desta forma, quando as condições são favoráveis para o desenvolvimento e reprodução, ocorre incrementos populacionais, enquanto que em condições desfavoráveis há reduções, resultando na flutuação populacional do organismo (Schowalter 2016). A densidade populacional de insetos e ácaros sofre variações resultantes de mudanças ocorridas na taxa de natalidade, mortalidade e dispersão, sendo influenciadas por fatores intrínsecos (competição intraespecífica, canibalismo, territorialidade, etc.) e por fatores extrínsecos (condições abióticas e interações interespecíficas) (Kessler *et al.* 2012, Schowalter 2016). Embora esses fatores possam ter efeito sobre a população de forma dependente ou independente da densidade populacional (Cappucino & Price 1995, Kessler *et al.* 2012, Schowalter 2016), um mesmo fator pode atuar das duas maneiras distintas (Schowalter 2016). A flutuação populacional tem sido objeto de estudos em diversos trabalhos ecológicos com ácaros (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012, Walt *et al.* 2012, Hassan 2016, Karmakar *et al.* 2017, Pal & Karmakar 2017, Chandrasena *et al.* 2018, Rubiano-Rodríguez *et al.* 2019), e trata de um assunto que pode apresentar diversas aplicações, podendo ser utilizada tanto no controle, quanto na conservação de espécies pragas, bem como na sua compreensão (Price *et al.* 2011).

Diversos artrópodes incidem sobre a cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (Lepesme 1947), dentre os quais se destacam os ácaros, que podem contribuir para uma redução significativa de sua produção (Ferreira *et al.* 1998). Os ácaros podem causar danos tanto às folhas quanto aos frutos (Moraes & Flechtmann 2008), e as espécies mais comumente relatadas na América são *Aceria guerreronis* Keifer (Eriophyidae), *Amrineus cocofolius* Flechtmann (Eriophyidae), *Retracrus johnstoni* Keifer (Phytoptidae), *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae), *Steneotarsonemus*

*concauscutum* Lofego & Gondim Jr. (Tarsonemidae) e *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Tarsonemidae) (Santana & Flechtmann 1998, Ferreira *et al.* 2001, Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Melo *et al.* 2018). Alguns destes ácaros, tais como *A. guerreronis*, *S. concauscutum* e *S. furcatus*, ocorrem no perianto dos frutos (região meristemática protegida pelas brácteas florais) e podem causar necrose, deformação, resinose, e abortamento de frutos, o que reduz seu valor comercial (Ferreira *et al.* 2001, Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Haq 2011, Rezende *et al.* 2016).

Atenção maior será dada neste trabalho à família Tarsonemidae. Esta compreende mais de 580 espécies distribuídas em 46 gêneros (Lin & Zhang 2002, Magowski *et al.* 2005, Lofego & Feres 2006, Lofego *et al.* 2015, Lofego *et al.* 2016, Khaustov & Abramov 2017, Seeman *et al.* 2018). Os ácaros dessa família são relativamente pequenos, com o corpo brilhante, ovoide com as pernas anteriores e posteriores relativamente separadas (Beer 1954). Os tarsonemídeos apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos (Moraes & Flechtmann 2008). Esses ácaros geralmente são de vida livre e frequentemente estão associados a fungos, insetos ou plantas (Walter *et al.* 2009). Os tarsonemídeos apresentam grande diversidade de hábitos alimentares, podendo ser fitófagos, micófagos, algívoros e parasitos de outros artrópodes (Lindquist 1986, Lin & Zhang 2002). Poucos são os gêneros em que a fitofagia predomina como hábito alimentar, dentre eles *Steneotarsonemus* Beer, que apresentam o corpo deprimido dorsoventralmente, estiletes bem desenvolvidos e recurvados na base (Beer 1954). Dentre esses, *S. concauscutum* e *S. furcatus* são consideradas pragas do coqueiro no Brasil (Lofego & Gondim Jr. 2006).

*Steneotarsonemus concauscutum* foi descrito de frutos de coqueiro no Brasil (Lofego & Gondim Jr. 2006), ocorrendo em todo o litoral da região Nordeste (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Esse ácaro inicialmente promove manchas cloróticas na epiderme dos frutos, que evoluem para lesões necróticas, promovendo também deformações, resinose e muitas vezes

abortamento de frutos, levando à depreciação comercial dos mesmos (Lofego & Gondim Jr. 2006). As populações de *S. concavuscutum* são encontradas sob as brácteas dos frutos e as lesões provocadas são facilmente e frequentemente confundidas com aquelas causadas por outras espécies que habitam o mesmo nicho ecológico (Navia *et al.* 2013).

*Steneotarsonemus furcatus* foi descrito de *Paspalum* sp. (Poaceae), na Flórida (De Leon 1956). Essa espécie é relatada em diversas plantas hospedeiras, dentre as quais *Allium cepa* L. (Lin & Zhang 2002), *Calathea* sp. (Denmark & Nickerson 1981, Lin & Zhang 2002), *C. nucifera* (Gondim Jr. & Oliveira 2001, Lin & Zhang 2002, Navia *et al.* 2005), *Oriza sativa* L. (Lin & Zhang 2002, Torre *et al.* 2005, Navia *et al.* 2006), *Sorghum vulgare* Pers. (Torre *et al.* 2005), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (Torre *et al.* 2005), além de algumas espécies dos gêneros *Brachiaria* (Trin.) Griseb (Torre *et al.* 2005), *Digitaria* Haller (Torre *et al.* 2005), *Echinochloa* Beauois (Torre *et al.* 2005), *Eleusine* Gaertn (Torre *et al.* 2005), *Maranta* L. (Beer 1958, Denmark & Nickerson 1981, Lin & Zhang 2002, Torre *et al.* 2005) e *Panicum* L. (Torre *et al.* 2005). Os primeiros relatos de *S. furcatus* em coqueiro na América foram feitos em Porto Rico (Horward *et al.* 1990), Costa Rica e El Salvador (Smiley *et al.* 1993). Mais recentemente, *S. furcatus* tem sido relatado em associação com o coqueiro em diversos países das Américas (Horward *et al.* 1990, Ochoa *et al.* 1991, Smiley *et al.* 1993, Navia *et al.* 2005, Torre *et al.* 2005), África (Negloh *et al.* 2011) e Ásia (Hountondji *et al.* 2010, Banerjee & Gupta 2011, Lofego *et al.* 2011, Al-Shanfari *et al.* 2013). No Brasil, *S. furcatus* foi relatado inicialmente no estado de Pernambuco (Gondim Jr. & Oliveira 2001) e posteriormente nos estados de Alagoas, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Navia *et al.* 2005). O dano promovido por esse ácaro aos frutos de coqueiro é semelhante àqueles ocasionados por *S. concavuscutum*, o que impossibilita a identificação da espécie apenas pela observação das lesões nos frutos, sendo necessária a observação dos ácaros em montagens para microscopia.

Diferenças morfológicas entre as espécies *S. concavuscutum* e *S. furcatus* são observadas tanto entre machos quanto entre fêmeas. A principal diferença existente nos machos refere-se à perna IV, *S. concavuscutum* apresentando uma flange na superfície posterolateral do femurogeno, e *S. furcatus* apresentando a seta *v'F* bifurcada no lugar da flange (De Leon 1956, Lofego & Gondim Jr. 2006). Nas fêmeas, as diferenças são facilmente observadas no contorno do escudo prodorsal e na traqueia, *S. concavuscutum* apresentando a margem posterior do escudo prodorsal fortemente côncava e a traqueia sem dilatação, e *S. furcatus* apresentando margem posterior do escudo prodorsal com contorno levemente côncavo e traqueia dilatada (De Leon 1956, Lofego & Gondim Jr. 2006).

*Steneotarsonemus concavuscutum* e *S. furcatus* podem dividir o mesmo nicho com *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lima *et al.* 2017, Paz Neto *et al.* 2020), espécie muito mais frequente e abundante em frutos de coqueiro no Brasil (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). A ocorrência simultânea dessas pragas dificulta ainda mais em campo a identificação correta dos organismos que habitam o perianto do fruto de coqueiro. No entanto, os danos provocados por *S. concavuscutum* e *S. furcatus* diferem daqueles promovidos por *A. guerreronis* quanto ao formato das lesões. As manchas necróticas promovidas por *S. concavuscutum* e *S. furcatus* apresentam margens paralelas longitudinalmente ao longo do fruto, formando uma lesão retangular (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006), enquanto as lesões promovidas por *A. guerreronis* apresentam margens convergentes, formando lesão triangular (Navia *et al.* 2013).

Grande parte dos ácaros pertencentes ao gênero *Steneotarsonemus* habitam locais confinados nas plantas hospedeiras (Beer 1954, Jeppson *et al.* 1975). No coqueiro, as brácteas que envolvem a região meristemática dos frutos proporcionam ao perianto elevada umidade relativa do ar e temperatura, se comparadas às condições externas (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lima *et al.* 2012, Silva *et al.* 2016). O microclima encontrado no perianto dos frutos de coqueiro é complexo, e difícil

de reproduzir em laboratório, o que tem dificultado o desenvolvimento de estudos envolvendo aspectos biológicos dos ácaros que habitam este local. Uma metodologia que permite a criação de organismos que habitam o perianto de frutos do coqueiro em laboratório foi desenvolvida para *A. guerreronis* por Silva & Fernando (2008). Estes autores produziram *in vitro*, embriões zigóticos extraídos de frutos do cacho 22 e sobre estes conseguiram criar *A. guerreronis*. Contudo, até o momento nada foi feito ou testado para as espécies de *Steneotarsonemus* habitantes do perianto de frutos de coqueiro. Além disso, este ambiente confere proteção contra muitos inimigos naturais, que não conseguem acessar este local devido ao tamanho (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lima *et al.* 2012, Monteiro *et al.* 2012, Melo *et al.* 2015).

Estudos ecológicos envolvendo espécies de *Steneotarsonemus* em coqueiro são escassos (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008) e até o momento não é conhecida sua distribuição intra-planta, assim como fatores que influenciam sua dinâmica populacional. Estudos que tratam desse assunto para Tarsonemidade são encontrados na literatura (Walt *et al.* 2012, Hassan 2016, Pal & Karmakar 2017). Contudo, em relação ao gênero *Steneotarsonemus* são restritos basicamente a *Steneotarsonemus spinki* Smiley em arroz (*Oryza sativa* L.), que é uma cultura de ciclo anual, cultivada em diferentes tipos de ambiente (Almaguel *et al.* 2003, Karmakar & Gupta 2011, Karmakar *et al.* 2017, Chandrasena *et al.* 2018, Rubiano-Rodríguez *et al.* 2019). Por outro lado, o coqueiro tem a particularidade de ser uma cultura perene e suportar cachos de diferentes idades simultaneamente, podendo os frutos permanecer na planta por mais de um ano (Sobral 1998). As diferentes idades dos frutos e a coocorrência de diferentes espécies no perianto certamente têm grande influência na distribuição intra-planta e na dinâmica desses ácaros, com reflexo na ecologia das espécies que habitam este local, inclusive os *Steneotarsonemus*.

A dinâmica populacional dos ácaros fitófagos que ocorrem no perianto dos frutos do coqueiro é influenciada pela ação dos ácaros predadores, sobretudo pelos Phytoseiidae (Lawson-Balagbo *et*

al. 2008, Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012). Dentre os ácaros dessa família, *Neoseiulus paspalivorus* De Leon e *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot) são os mais frequentes (Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2011, Lima *et al.* 2012, Sourassou *et al.* 2012). Esses predadores têm sido relatados em associação com *A. guerreronis*, tendo esta coocorrência também registrada com *Steneotarsonemus* spp. (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Paz Neto *et al.* 2020). A interação desses predadores tem sido bastante estudada através de estudos de dinâmica populacional e distribuição intra-planta de *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2010, Galvão *et al.* 2011, Aratchige *et al.* 2012, Souza *et al.* 2012). Contudo, nada foi feito até o momento especificamente para *Steneotarsonemus* spp.

Apesar das poucas informações sobre os predadores associados a *S. concavuscutum* no perianto dos frutos do coqueiro, sabe-se que *N. baraki* é capaz de se desenvolver e se reproduzir alimentando-se deste tarsonemídeo (Domingos *et al.* 2010). As espécies de *Neoseiulus* do grupo *paspalivorus* são consideradas predadoras generalistas que vivem em ambientes confinados de plantas monocotiledôneas (Subtipo III-d) (McMurtry *et al.* 2013). A forma de seu corpo (escudo dorsal plano e alongado, com setas dorsais curtas) permite que esse ácaro penetre e se mova em pequenos espaços, como o perianto dos frutos do coqueiro (Moraes *et al.* 2004, Aratchige *et al.* 2007, Lima *et al.* 2012). Portanto, talvez seja possível que as espécies de *Neoseiulus* do grupo *paspalivorus* também interfiram na dinâmica populacional de *Steneotarsonemus* spp. na cultura do coqueiro.

Os ácaros fitófagos que ocorrem no perianto do fruto estão protegidos pela barreira formada pelo arranjo das brácteas e sua dinâmica populacional sofre influência de fatores climáticos (Varadarajan & David 2002, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Aratchige *et al.* 2012, Aratchige *et al.* 2016). Elevadas populações de *A. guerreronis* têm sido relatadas em períodos mais

secos, sugerindo influência de fatores climáticos na sua dinâmica (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Arachthige *et al.* 2012). Segundo Arachthige *et al.* (2012, 2016), períodos secos podem concentrar a seiva nos tecidos da planta, resultando em elevada concentração de açúcar, o que permite que a taxa de reprodução do ácaro seja maior. A temperatura, umidade relativa do ar e a precipitação também têm sido relatadas como responsáveis por influenciar a dinâmica populacional de *S. spinki* (Karmakar *et al.* 2017, Chandrasena *et al.* 2018, Rubiano-Rodríguez *et al.* 2019). No entanto, sabe-se ainda pouco sobre os fatores abióticos que podem influenciar a dinâmica de *S. concavuscutum* em coqueiro. Elevadas populações desse ácaro são encontradas também em períodos secos (Lofego & Gondim 2006), podendo essa condição climática ser um componente que influencie positivamente sua dinâmica.

O estudo de dinâmica populacional requer a contabilização do organismo para compreender sua variação ao longo do tempo. No entanto, a estimativa de ácaros que colonizam o perianto do fruto do coqueiro é extremamente difícil devido não só ao seu pequeno tamanho e fototropismo negativo, mas também às grandes populações alcançadas neste pequeno habitat. Alguns trabalhos têm desenvolvido escalas diagramáticas e modelos preditivos que permitem a estimativa da densidade populacional de *A. guerreronis* no perianto dos frutos por meio dos danos promovidos na epiderme destes (Galvão *et al.* 2008, Sousa *et al.* 2017). As escalas diagramáticas devem ser de fácil uso, aplicáveis a diferentes condições, permitir uma avaliação imediata e apresentar resultados precisos e acurados (Campbell & Madden 1990). Em coqueiro, as escalas baseiam-se na área danificada do fruto, mas de formas distintas. Na escala desenvolvida por Galvão *et al.* (2008), as notas da escala são baseadas na percentagem de necrose para cada face do fruto e a média quantifica os valores que compõe sua escala, enquanto a desenvolvida por Sousa *et al.* (2017) admite valores baseados na percentagem do perímetro do perianto danificado (clorose/necrose). Essas escalas foram desenvolvidas e validadas apenas para *A. guerreronis*, espécie mais frequente e abundante

em frutos de coqueiro. No entanto, como foram criadas baseadas nos danos dos frutos, podem representar uma alternativa para quantificação dos níveis populacionais de *Steneotarsonemus* spp.

*Tarsonemus* é outro gênero de Tarsonemidae relatado em frutos do coqueiro. Esses ácaros também são encontrados em coocorrência com *S. concavuscutum*, *S. furcatus* e *A. guerreronis* (Ochoa *et al.* 1991, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Contudo, o hábito alimentar das espécies de *Tarsonemus* encontradas ainda não foi elucidado, podendo ser micófagas, fitófagas ou predadoras dos ácaros associados. O gênero *Tarsonemus* compreende cerca de 280 espécies (Lin & Zhang 2002, Magowski & Moser 2003, Lofego *et al.* 2005, Magowski & Khaustov 2006, Magowski *et al.* 2007, Magowski 2010, Khaustov & Abramov 2017, Sousa *et al.* 2020), apenas 10 das quais já relatadas no Brasil (Bousi *et al.* 2006, Lofego & Moraes 2006, Sousa *et al.* 2020). Apenas quatro dessas foram descritas do país, sendo elas: *Tarsonemus bahiensis* Sousa, Rezende & Ochoa descrita de *Passiflora foetida* L. (Passifloraceae) e *Stlingera elatior* (Jack) R.M.S.M. (Zingiberaceae) do Bahia (Sousa *et al.* 2020); *Tarsonemus cacao* Sousa, Lofego & Ochoa descrita de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae), também do estado da Bahia (Sousa *et al.* 2020); *Tarsonemus longisetae* Sousa, Lofego & Ochoa, de plantas não identificadas do estado de São Paulo (Lofego *et al.* 2005) e *Tarsonemus piri* Flechtmann, descrita de *Pyrus malus* L. (Rosaceae) também do estado de São Paulo (Flechtmann 1971). As demais espécies que ocorrem no Brasil são *Tarsonemus bilobatos* Suski, *Tarsonemus confusus* Ewing, *Tarsonemus fusarii* Cooreman, *Tarsonemus merus* Banks, *Tarsonemus rakowiensis* Kropczynska e *Tarsonemus waitei* Banks, (Flechtmann 1971, Lin & Zhang 2002, Sousa *et al.* 2005, Lofego *et al.* 2005, Lofego & Feres 2006, Lofego *et al.* 2013, Nascimento *et al.* 2016). Sousa *et al.* (2020) compilaram todas as espécies que ocorrem no Brasil e desenvolveram uma chave dicotômica para auxiliar na identificação.

O presente estudo tem como objetivo: (i) realizar um levantamento dos Tarsonemidae associados ao perianto dos frutos do coqueiro no litoral do nordeste do Brasil; (ii) estudar a



distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* e dos predadores associados; (iii) avaliar os efeitos de fatores bióticos e abióticos sobre *S. concavuscutum* ao longo de um ano; (iv) estudar o hábito alimentar das espécies de *Tarsonemus* encontrados; (v) descrever as espécies de *Tarsonemus* encontradas e ainda desconhecidas; e (vi) avaliar a utilização das escalas diagramáticas já existentes, bem como de seus modelos preditivos para estimar as populações de *S. concavuscutum*.

### Literatura Citada

- Almaguel, L., A. Santos, P. Torre, E. Botta, J. Hernández, I. Cáceres & A. Ginarte. 2003.** Dinámica de población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley 1968 (Acari: Tarsonemidae) em arroz de riego em Cuba. *Fitosanidad* 7: 23-30.
- Al-Shanfari, A., F.C.C. Hountondji, H. Al-Zawamri, H. Rawas, Y. Al-Mashiki, G.J. Moraes, D. Moore & S.R. Gowen. 2013.** Occurrence and seasonal prevalence of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Eriophyidae), and associated arthropods in Oman. *Exp. Appl. Acarol.* 60: 139-151.
- Aratchige, N.S., A.D.N.T. Kumara & N.I. Suwandharathne. 2016.** The coconut mite: current global scenario, p. 321-342. In A.K. Chakravarthy & S. Sridhara (eds.), *Economic and ecological significance of arthrods in diversified ecosystems*. Berlin, Springer, 448p.
- Aratchige, N.S., L.C.P. Fernando, K.P. Waidyarathne & K.A.S. Chandrasiri. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its predatory mite, *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) in two coconut growing areas in Sri Lanka. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 319-325.
- 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.
- Araújo, M.B. & M. Luoto. 2007.** The importance of biotic interactions for modeling species distributions under climate change. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 16: 743-753.
- Banerjee, D. & S.K. Gupta. 2011.** Incidence and seasonal occurrence of mites (Acari) on coconut in West Bengal, Índia. *Zoosymposia* 6: 82-85.
- Beer, R.E. 1954.** A revision of the Tarsonemidae of the western hemisphere (Order Acarina). Kansas, The University of Kansas Science Bulletin, 296p.

- Beer, R.E. 1958.** A new species of *Steneotarsonemus* and additional information on the plant-feeding habits of *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acarina). J. N. Y. Ent. Soc. 56: 153-159.
- Buosi, R., R.J.F Feres, A.R. Oliveira, A.C. Lofego & F.A. Hernandez. 2006.** Ácaros Plantícolas (Acari) da “Estação Ecológica de Paulo de Faria”, Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotrop. 6: 1-20.
- Campbell, C.L. & L.V. Madden. 1990.** Introduction to plant disease epidemiology. New York, John Wiley, 532p.
- Cappuccino, N. & P.W. Price. 1995.** Population dynamics new approaches and synthesis. San Diego, Academic Press, 429p.
- Castex, V., M. Beniston, P. Calanca, D. Fleury & J. Moreau. 2018.** Pest management under climate change: The importance of understanding tritrophic relations. Sci. Total Environ. 617: 393-407.
- Chandrasena, G.D.S.N., J. Ponnampereuma Arachchi, M.C. Millawithanachchi, M.G. Rupasinghe, P.M.H. Coorey, T.L. Kumarathissa & W.N.M. Madurangani. 2018.** Temporal distribution of rice sheath mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) as influenced by the climatic parameters in the low country wet zone of Sri Lanka. Sri Lanka J. Food Agricult. 4: 1-8.
- Cornelissen, T. 2011.** Climate change and its effects on terrestrial insects and herbivory patterns. Neotrop. Entomol. 40: 155-163.
- Crozier, L. & G. Dwyer. 2006.** Combining population-dynamic and ecophysiological models to predict climate-induced insect range shifts. Am. Nat. 167: 853-866.
- De Leon, D. 1956.** Four new Acarina in the family Tarsonemidae. Fla. Entomol. 39: 105-112.
- Denmark, H.A. & E. Nickerson. 1981.** A tarsonemidae mite, *Steneotarsonemus furcatus* De Leon, a serious pest on *Maranta* sp. and *Calathea* sp. (Acarina: Tarsonemidae). Proc. Fla. State. Hort. Soc. 94: 70- 72.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes, R. Hanna, L.M. Lawson-Balagbo & P. Schausberger. 2010.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite, *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 50: 201-215.
- Ferreira, J.M.S., M.F. Lima, D.L. Santana, J.I.L. Moura & L.A. Siqueira. 1998.** Pragas do coqueiro, p. 189-267. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwick & L.A. Siqueira (eds.), A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília, Embrapa-SPI, 292p.
- Ferreira, J.M.S., R.P.C. Araújo & F.B. Sarro. 2001.** Mancha anelar do fruto do coqueiro: agente causal e danos. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 20p. (Série Documentos, 27).

- Flechtmann, C.H.W. 1971.** Alguns Trombidiformes do Brasil e do Paraguai (Acari). Tese de Doutorado, Esalq, São Paulo, 63p.
- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes & J.W.S. Melo. 2011.** Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 54: 373-384.
- Galvão, A.S, M.G.C. Gondim Jr. & S.J. Michereff. 2008.** Diagrammatic scale of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) damage in coconut. *Neotrop. Entomol.* 37: 723-728.
- Gondim Jr., M.G.C. & J.V. Oliveira. 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 317-355. In S.J. Michereff & R. Barros (eds.), *Proteção de plantas na agricultura sustentável*. Recife, Imprensa Universitária, 424p.
- Haq, M.A. 2011.** Coconut destiny after the invasion of *Aceria guerreronis* in India. *Zoosymposia* 6: 160-169.
- Hassan, A.E.T. 2016.** Population dynamics of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) on common potato cultivars in Egypt. *Egypt. Acad. J. Biol. Sci.* 9: 173-180.
- Horward, 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. P. R.* 74: 237-251.
- Hountondji, F.C.C., G.J. de Moraes & H. Al-Zawamri. 2010.** Mites (Acari) on coconut, date palm and associated plants in Oman. *Syst. Appl. Acarol.* 15: 228-234.
- Hulme, P.E. 2017.** Climate change and biological invasions: evidence, expectations, and response options. *Biol. Rev.* 92: 1297-1313.
- Jamieson, M.A., L.A. Burkle, J.S. Manson, J.B. Runyon, A.M. Trowbridge & J. Zientek. 2017.** Global change effects on plant–insect interactions: the role of phytochemistry. *Insect. Sci.* 23: 70-80.
- Jeffs, C.T. & O. Lewis. 2013.** Effects of climate warming on host-parasitoid interactions. *Ecol. Entomol.* 38: 209-218.
- Jeppson, L.R, H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975.** *Mites Injurious to Economic Plants*. Berkeley, University of California Press, 615p.
- Karmakar, K., S.C. Bala & S.K. Ghosh. 2017.** Population dynamics of sheath mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley infesting rice cultivar IET- 4786 and its management under Gangetic Basin of West Bengal. *J. Entomol. Zool. Stud.* 5: 663-666.

- Karmakar, K. & S.K. Gupta. 2011.** Impact of the date of transplanting on population dynamics of the rice sheath mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae), on the rice cultivar IET-4786 in the Gangetic Plains of West Bengal, India. *Zoosymposia* 6: 131-134.
- Karuppaiah, V. & G.K. Sujayanad. 2012.** Impact of climate change on population dynamics of insect pests. *J. Agric. Sci.* 8: 240-246.
- Kessler, A., K. Poveda & E.H. Poelman. 2012.** Plant-induced responses and herbivore population dynamics, p. 91-108. In P. Barbosa, D.K. Letourneau & A.A. Agrawal (eds.), *Insect Outbreaks Revisited*. New Jersey, Wiley-Blackwell, 465p.
- Khaliq, A., M. Javed, M. Sohail & M. Sagheer. 2014.** Environmental effects on insects and their population dynamics. *J. Entomol. Zool. Stud.* 2: 1-7.
- Khaustov, A.A. & V.V. Abramov. 2017.** A new genus and species of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) associated with *Aradus betulae* (Heteroptera: Aradidae) from European Russia. *Acarologia* 57: 1079-1087.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hana & P. Schausberger. 2007.** Refuge use by the coconut mite *Aceria guerreronis*: fine scale distribution and association with other mites under the perianth. *Biol. Control.* 43: 102-110.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. *Bull. Entomol. Res.* 98: 83-96.
- Lepesme P. 1947.** Les insectes des palmiers. Paris, Paul Lechevalier, 904p.
- Lima, D.B., H.K.V. Oliveira, J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr., M. Sabelis, A. Pallini & A. Janssen. 2017.** Predator performance is impaired by the presence of a second prey species. *Bull. Entomol. Res.* 107: 313-321.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. de Moraes. 2012.** Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 233-246.
- Lin, J.Z. & Z.Q. Zhang. 2002.** Tarsonemidae of the World: Key to Genera, Geographical, Distribution, Systematic Catalogue & Annotated Bibliography. London, Systematic and Applied Acarology Society, 440 p.
- Lindquist, E.E. 1986.** The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic and systematic revision, with classification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 118: 1-517.
- Lofego, A.C., F.C.C. Hountondji, A. Al-Shanfarib & G.J. Moraes. 2011.** Incidence of tarsonemid mites on *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) from Oman with description of a new

- species of *Nasutitarsonemus* Beer & Nucifora (Acari: Tarsonemidae). J. Nat. Hist. 45: 461-474.
- Lofego, A.C. & G.J. Moraes. 2006.** Mites (Acari) associated to Myrtaceae in areas of Cerrado in the state of São Paulo with faunistic analysis of families Tarsonemidae and Phytoseiidae. Neotrop. Entomol. 35: 731-746.
- Lofego, A.C., J.M. Rezende, R.L.C. Verona & R.J.F. Feres. 2013.** Mites (Acari) associated with three species of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae) in Brazil, with emphasis on *Jatropha curcas*. Syst. Appl. Acarol. 18:411-423.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. Syst. Appl. Acarol. 11: 195-203.
- Lofego, A.C., P.R. Demite & G.J. de Moraes. 2015.** A new genus and species of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) from the Atlantic Forest, Brazil. Zootaxa 3986: 651-568.
- Lofego, A.C. & R.J.F. Feres. 2006.** A new genus and species of tarsonemid mite (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. Zootaxa 1299: 45-55.
- Lofego, A.C., R. Ochoa & G.J. de Moraes. 2005.** Some tarsonemid mites (Acari: Tarsonemidae) from the Brazilian “Cerrado” vegetation, with descriptions of three new species. Zootaxa 823: 1-27.
- Lofego, A.C., T. Pitton & J.M. Rezende. 2016.** A new genus and new species of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) from the Brazilian rainforests. Syst. Appl. Acarol. 21: 307-19.
- Magowski, W.L. 2010.** *Schaarschmidtia*, a new subgenus of the genus *Tarsonemus* Canestrini & Fanzago, 1876 (Acari: Heterostigmata: Tarsonemidae) a systematic review of the mite taxon associated with subcortical coleopteran insects, with notes on its host affiliation, ecology and biogeography. Polish. J. Entomol. 79: 1-176.
- Magowski, W.L. & A.A. Khaustov. 2006.** Two new species of *Tarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) associated with *Bark beetles* (Coleoptera: Scolytidae) from Crimea, Ukraine. Zootaxa 1359: 31-55.
- Magowski, W.L., D. Diduszko & A. Ahadiyat. 2007.** A new species of the genus *Tarsonemus* Canestrini & Fanzago, 1876 (Acari: Tarsonemidae) associated with *Scolytus amygdali* (Coleoptera: Scolytidae) a pest of fruit trees in Iran. Polish. J. Entomol. 76: 225-237.
- Magowski, W.L., E.E. Lindquist & J.C. Moser. 2005.** *Giselia arizonica*, a new genus and species of mite (Acari: Tarsonemidae) associated with bark beetles of the genus *Pseudopityphthorus* (Coleoptera: Scolytidae) in North America. Can. Entomol. 137: 648-656.
- Magowski, W.L. & J.C. Moser. 2003.** Redescription of *Tarsonemus minimax* and definition of its species group in the genus *Tarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) with descriptions of two new species. Ann. Entomol. Soc. Am. 96: 345-368.

- McMurtry, J.A., G.J. de Moraes & N.F. Sourassou. 2013.** Revision of the lifestyles of Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst. Appl. Acarol.* 18: 297-320.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, H. Staudacher, F.R. da Silva, M.G.C. Gondim Jr. & M.W. Sabelis. 2015.** Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 67: 411-421.
- Melo, J.W.S., D. Navia, J.A. Mendes, R.M. C. Filgueiras, A.V. Teodoro, J.M.S. Ferreira, E.C. Guzzo, I.V. de Souza, R.S. de Mendonça, E.C. Calvet, A.A. Paz Neto, M.G.C. Gondim Jr., E.G.F. de Moraes, M.S. Godoy, J.R. dos Santos, R.I.R. Silva, V.B. da Silva, R.F. Norte, A.B. Oliva, R.D.P. dos Santos & C.A. Domingos. 2018.** The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. *Int. J. Acarol.* 44: 1-4.
- Monteiro, V.B., D.B. Lima, M.G.C. Gondim Jr. & H.A.A. Siqueira. 2012.** Residual bioassay to assess the toxicity of acaricides against *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) under laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 105: 1419-1425.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 308p.
- Moraes, G.J., P.C. Lopes & 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.
- Mougi, A. & M. Kondoh. 2012.** Diversity of interaction types and ecological community Stability. *Science* 337: 349-351.
- Nascimento, J.M., G. Reis-Avila, M.S. Dutra, D.E. Silva, L.C. Castro & N.J. Ferla. 2016.** Seasonal and environmental variations in community structure of house dust mites (Acari) in subtropical southern Brazil. *Int. J. Acarol.* 43: 86-90
- Navia, D., G.J. Moraes, A.C. Lofego & C.H.W. Flechtmann. 2005.** Acarofauna associated with coconut fruits (*Cocos nucifera* L.) from some localities in America. *Neotrop. Entomol.* 34: 349-354.
- Navia, D., M.A.S. Mendes & R. Ochoa. 2006.** *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Prostigmata: Tarsonemidae) infesting rice crops in Brazil. *Int. J. Acarol.* 32: 219-222.
- Navia, D., M.G.C. Gondim Jr., N.S. Aratchige & G.J. Moraes. 2013.** A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. *Exp. Appl. Acarol.* 59: 67-94.

- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2010.** Season and fruit age-dependent population dynamics of *Aceria guerreronis* and its associated predatory mite *Neoseiulus paspalivorus* on coconut in Benin. *BioControl* 54: 349-358.
- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2011.** The coconut mite, *Aceria guerreronis*, in Benin and Tanzania: occurrence, damage and associated acarine fauna. *Exp. Appl. Acarol.* 55: 361-374.
- Ochoa, R., R.L. Smiley, & J.L. Saunders. 1991.** The family Tarsonemidae in Costa Rica (Acari: Heterostigmata). *Int. J. Acarol.* 17: 41-86.
- Paglia, A.P., D.T. Rezende, I. Koch, A.R. Kortz & C. Donatti. 2012.** Modelos de distribuição de espécies em estratégias para a conservação da biodiversidade e para adaptação baseada em ecossistemas frente a mudanças climáticas. *Nat. Conserv.* 10: 231-234.
- Pal, S. & K. Karmakar. 2017.** Population dynamics and management of yellow mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) infesting gerbera under protected cultivation. *J. Entomol. Zool. Stud.* 5: 795-799.
- Paz Neto, A.A., J.W.S. Melo, D.B. Lima, M.G.C. Gondim Junior & A. Janssen. 2020.** Field distribution patterns of pests are asymmetrically affected by the presence of other herbivores. *Bull. Entomol. Res.* 110: 1-9.
- Price, P.W., R.F. Denno, M.D. Eubanks, D.L. Finke & I. Kaplan. 2011.** *Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities.* New York, Cambridge University Press, 829p.
- Pureswaran, D.S., A. Roques & A. Battisti. 2018.** Forest Insects and Climate Change. *Curr. For. Rep.* 4: 35-5.
- Régnière, J., J. Powell, B. Bentz & V. Nealis. 2012.** Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: experimental design, data analysis and modeling. *J. Insect. Physiol.* 58: 634-647.
- 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.
- Rezende, D., J.W.S. Melo, J.E. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2016.** Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. *Exp. Appl. Acarol.* 69: 297-310.
- Rubiano-Rodríguez, J.A., T. Sánchez-Doria & R. Tofiño-Rivera. 2019.** Estudio poblacional de *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) sobre tres variedades de arroz sembradas en diferentes épocas. *Rev. Colomb. Entomol.* 45: e7809.

- Santana, D.L.Q. & C.H.W. Flechtmann. 1998.** Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil I. Present status and new records. *Rev. Bras. Zool.* 15: 959-963.
- Schoonhoven, L.M., J.J.A.V. Loon & M. Dicke. 2005.** Ecology: living apart together, p. 245-270. In L.M. Schoonhoven, J.J.A.V. Loon & M. Dicke (eds.), *Insect-plant biology*. New York, Oxford University Press, 421p.
- Schowalter, T.D. 2016.** *Insect Ecology: an Ecosystem Approach*. San Diego, Elsevier, 762p.
- Seeman, O.D, E.E Lindquist & R.W. Husband. 2018.** A new tribe of tarsonemid mites (Trombidiformes: Heterostigmatina) parasitic on tetrigid grasshoppers (Orthoptera). *Zootaxa* 4418: 001-054.
- Silva, F.R., G.J. Moraes, I. Lesna, Y. Sato, C. Vasquez, R. Hanna, M.W. Sabelis & A. Janssen. 2016.** Size of predatory mites and refuge entrance determine success of biological control of the coconut mite. *BioControl* 61: 681-689.
- 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.
- Smiley, R.L., C.H.W. Flechtmann & R. Ochoa. 1993.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass-infesting species in the Western Hemisphere. *Int. J. Acarol.* 19: 87-93.
- Sobral, L.F. 1998.** Nutrição e adubação do coqueiro, p. 129-157. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwick & L.A. Siqueira (eds.), *A cultura do coqueiro no Brasil*. Aracaju, Embrapa CPATC, 292 p.
- Sourassou, N.F., R. Hanna, I. Zannou, J.A.J. Breeuwer, G.J. de Moraes & M.W. Sabelis. 2012.** Morphological, molecular and cross-breeding analysis of geographic populations of coconut-mite-associated predatory mites identified as *Neoseiulus baraki*: evidence for cryptic species? *Exp. Appl. Acarol.* 57: 15-36.
- Sousa, A.S.G., J.M. Rezende, A.C. Lofego, G. Bauchan, C. Gulbranson & A.R. Oliveira. 2020.** Two new species of *Tarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Bahia, Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* 25: 986-1012.
- Sousa, A.S.G., M.G.C. Gondim Jr., P.S. Argolo & A.R. Oliveira. 2017.** Evaluating damage in the perianth: a new diagrammatic scale to estimate population level of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) in coconut fruits. *Acta. Agron.* 66: 141-147.
- Sousa, J.M., M.G.C. Gondim Jr., R. Barros & J.V. Oliveira. 2005.** Mites in stored foods commercialized in supermarkets and markets in Recife. *Neotrop. Entomol.* 34:303-309.
- Souza, I.V., M.G.C. Gondim Jr., A.L.R. Ramos, E.A. dos Santos, M.I.F. Ferraz & A.R. Oliveira. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other



mites associated with coconut fruits in Una, state of Bahia, northeastern Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 58: 221-233.

**Torre, P. de la, L. Almaguel, E. Botta & I. Cáceres. 2005.** Plantas hospedantes de *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. *Neotrop. Entomol.* 34: 517-519.

**Varadarajan M.K. & P.M.M. David. 2002.** Population dynamics of the coconut mite *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) and associated arthropods in Tamil Nadu, India. *Insect. Sci. Applic.* 22: 47-59.

**Vellend, M. 2010.** Conceptual Synthesis in Community Ecology. *Q. Rev. Bio.* 85: 183-206.

**Walt, L.V., R.A. Spotts, E.A. Ueckermann, F.J. Smit, T. Jensen & A. McLeod. 2012.** The association of *Tarsonemus* mites (Acari: Heterostigmata) with different apple developmental stages and apple core rot diseases. *Int. J. Acarol.* 37: 71-84.

**Walter, D.E., E.E. Lindquist, I.M. Smith, D.R. Cook & G.W. Krantz. 2009.** Order Trombidiformes, p. 233-420. In G.W. Krantz & D.E. Walter (eds.), *A Manual of Acarology*. Lubbock, Texas Tech University Press, 807p.

**Wolda, H. 1988.** Insect seasonality: why? *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 1-18.

**Xie, H., S. Wu, L. Yu, C. Xu & K. He. 2018.** Effects of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) feeding on maize. *J. Entomol. Sci.* 53: 205-218.

**Zhang, G.H., Y.Y. Li, K.J. Zhang, J.J. Wang, Y.Q. Liu & H. Liu. 2016.** Effects of heat stress on copulation, fecundity and longevity of newly-emerged adults of the predatory mite *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae). *Syst. Appl. Acarol.* 21: 295-306.

**Zhu, H., X. Zou, D. Wang, S. Wan, L. Wang & J. Guo. 2015.** Responses of community-level plant-insect interactions to climate warming in a meadow steppe. *Sci. Rep.* 5: 18654.

## CAPÍTULO 2

### TARSONEMÍDEOS E PREDADORES ASSOCIADOS A FRUTOS DE COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.) NO LITORAL DO NORDESTE DO BRASIL: OCORRÊNCIA E BIOECOLOGIA

GIRLEIDE V. DE FRANÇA-BELTRÃO<sup>2</sup>, VANESKA B. MONTEIRO<sup>2</sup>, JOSÉ W.S. MELO<sup>3</sup>,

DÉBORA B. LIMA<sup>4</sup>, ANTÔNIO C. LOFEGO<sup>5</sup> & MANOEL G.C. GONDIM JR<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia - Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister  
Hull,60356- 001, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Zoologia – Centro de Biociência, Universidade Federal de Pernambuco,  
Avenida Professor Moraes Rego, 50670-420, Recife, PE, Brasil.

<sup>5</sup> Departamento de Zoologia e Botânica-Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista,  
Rua Cristóvão Colombo,15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

---

<sup>1</sup>França-Beltrão, G.V., V.B. Monteiro, J.W.S. Melo, D.B. Lima, A.C. Lofego & M.G.C. Gondim Jr.  
Tarsonemídeos e predadores associados a frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no litoral do  
nordeste do Brasil: ocorrência e bioecologia. A ser submetido.

RESUMO - Alguns ácaros da família Tarsonemidae são relatados sobre frutos de coqueiro,  
destacando-se *Steneotarsonemus concavuscutum* e *Steneotarsonemus furcatus* consideradas pragas.

Ambas as espécies são responsáveis por promover lesões nos frutos, podendo levar a perdas na produção. Tarsonemídeos do gênero *Tarsonemus* são também encontrados sobre frutos de coqueiro, geralmente coocorrendo com ácaros fitófagos (*S. concavuscutum*, *S. furcatus* e/ou *Aceria guerreronis*), embora seu hábito alimentar ainda seja desconhecido. No presente estudo foi (i) realizado um levantamento das espécies de Tarsonemidae associadas a frutos de coqueiro no litoral do nordeste do Brasil; (ii) avaliada a distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* e de *Neoseiulus baraki*; e (iii) investigados os hábitos alimentares da espécie de *Tarsonemus* mais abundante. As espécies encontradas foram *S. concavuscutum*, *S. furcatus* e quatro morfoespécies de *Tarsonemus*. A espécie mais abundante foi *S. concavuscutum*, representando 98,4% dos espécimes coletados. Dentre os predadores, o fitoseídeo *Neoseiulus baraki* representou 86,1%. *Steneotarsonemus concavuscutum* infesta frutos de 2 a 8 meses de desenvolvimento, com populações variando de 19 a 167 indivíduos/fruto e pico populacional no cacho com seis meses, enquanto os *N. baraki* apresentaram pico populacional no cacho com sete meses. Populações de *N. baraki* foram positivamente correlacionadas com as populações de *S. concavuscutum*. Uma das espécies de *Tarsonemus* (morfoespécie 1) apresentou-se como zoofitófagos ou fitozoófagos, alimentando-se tanto do perianto dos frutos quanto de ácaros fitófagos associados (*A. guerreronis* e *S. concavuscutum*).

PALAVRAS-CHAVE: Ácaros, Tarsonemidae, levantamento populacional, distribuição intra-planta, ecologia

TARSONEMIDS (ACARI: TARSONEMIDAE) ASSOCIATED WITH THE COCONUT  
FRUITS PERIANTH (*Cocos nucifera* L.) IN THE COAST OF NORTHEASTERN BRAZIL:  
OCCURRENCE AND BIOECOLOGY

ABSTRACT - Some mites of the family Tarsonemidae are reported on coconut fruits, especially *Steneotarsonemus concavuscutum* and *Steneotarsonemus furcatus*, and are considered pests. Both species are responsible for damaging fruits, which can lead to crop yield losses. Tarsonemids of the genus *Tarsonemus* are also found on coconut fruits, usually co-occurring with phytophagous mites (*S. concavuscutum*, *S. furcatus* and/or *Aceria guerreronis*), although its feeding habits are unknown. In the present study there was conducted; (i) a survey of the species of Tarsonemidae associated with coconut fruits on the northeastern coast of Brazil; (ii) an evaluation of the intra-plant distribution of *S. concavuscutum*, and *Neoseiulus baraki*; (iii) an investigation of feeding habits of most found *Tarsonemus* species. Species found was *S. concavuscutum*, *S. furcatus* and four morphospecies of *Tarsonemus*; (iii) an investigation of feeding habits of *Tarsonemus* species were also evaluated. The species were found: *S. concavuscutum*, *S. furcatus* and four morphospecies of *Tarsonemus*. The most abundant species was *S. concavuscutum*, representing 98.4% of the collected specimens. Among the predators, the *Neoseiulus baraki* represented 86.1%. *Steneotarsonemus concavuscutum* infests fruits that are between two to eight months of development, with populations ranging from 19 to 167 mites per fruit with population peaking during six months of development, while the *N. baraki* population peaks at seven months of development. Populations of the *N. baraki* were positively correlated with the *S. concavuscutum* population. One of the species *Tarsonemus* (morphospecies 1) behaved zoophytophagously or phytozoophagously, by feeding on the coconut perianth and also feeding on the phytophagous *A. guerreronis* and *S. concavuscutum*.

KEY WORDS: Mite, Tarsonemidae, population search, intra-plant distribution, ecology

## Introdução

A família Tarsonemidae compreende mais de 580 espécies distribuídas em 46 gêneros. Dentre esses, *Steneotarsonemus* é constituído por aproximadamente 80 espécies consideradas fitófagas, alimentando-se quase que exclusivamente em monocotiledôneas (Lindquist 1986, Ochoa *et al.* 1991, Smiley *et al.* 1993, Lin & Zhang 2002). Os *Steneotarsonemus* apresentam formato do corpo alongado e achatado, com pernas anteriores e posteriores distintamente separadas, o que permite que habitem locais confinados de seus hospedeiros (Beer 1954). Algumas espécies desse gênero têm sido relatadas como importantes pragas agrícolas em diversas culturas, como arroz (*Oriza sativa* L.) (Karmakar & Gupta 2001, Rubiano-Rodríguez *et al.* 2019), abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill (Lin & Zhang 2002) e coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr 2006). *Steneotarsonemus furcatus* De Leon e *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. são as espécies consideradas importantes na cultura do coqueiro (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr 2006).

*Steneotarsonemus furcatus* foi descrito de uma gramínea do gênero *Paspalum* (De Leon 1956), tendo já sido relatado em diversos outros hospedeiros (Beer 1958, Denmark & Nickersin 1981, Gondim Jr. & Oliveira 2001, Lin & Zhang 2002, Navia *et al.* 2005, Torre *et al.* 2005, Navia *et al.* 2006), a maioria monocotiledôneas. O primeiro relato de *S. furcatus* em coqueiro na América foi feito em Porto Rico (Howard *et al.* 1990). Posteriormente, também foi relatado na Costa Rica, El Salvador (Smiley *et al.* 1993) e Cuba (Torre *et al.* 2005). No Brasil, inicialmente foi relatado no estado de Pernambuco (Gondim Jr. & Oliveira 2001) e posteriormente nos estados de Alagoas, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Sergipe (Navia *et al.* 2005).

*Steneotarsonemus concavuscutum* foi descrito de frutos de coqueiro, sendo até o momento conhecido exclusivamente deste hospedeiro (Lofego & Gondim Jr. 2006). Todos os relatos dessa espécie, inclusive sua descrição original (Lofego & Gondim Jr. 2006), foram realizados no litoral do Brasil, entre os estados do Pará e Bahia (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008).

*Steneotarsonemus concavuscutum* e *S. furcatus* causam clorose, necrose, deformação, resinose, e abortamento de frutos do coqueiro, o que reduz seu valor comercial (Lofego & Gondim Jr. 2006). Uma vez que seus danos causados são semelhantes (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006), a identificação da espécie apenas pela lesão fica impossibilitada, sendo necessária a observação dos ácaros em montagens para microscopia. Diferenças morfológicas entre *S. concavuscutum* e *S. furcatus* podem ser observadas nos machos (estruturas do femurogeno da perna IV) ou nas fêmeas (escudo prodorsal e traqueia) (De Leon 1956, Lofego & Gondim Jr. 2006).

*Steneotarsonemus* spp. não são os únicos tarsonemídeos encontrados em frutos do coqueiro (Ochoa *et al.* 1991, Reis *et al.* 2008). *Tarsonemus simplex* Ewing também foi relatado em coqueiro associado a *Aceria guerreronis* Keifer na Costa Rica (Ochoa *et al.* 1991). Espécies não identificadas de *Tarsonemus* também têm sido relatadas em cocorrência com *S. concavuscutum*, *S. furcatus* e *A. guerreronis* (Howard *et al.* 1990, Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012). O gênero *Tarsonemus* apresenta grande diversidade de hábito alimentar, incluindo espécies micófagas, fitófagas, algívoras e parasitas de outros artrópodes (Lindquist 1986). Contudo, os hábitos alimentares dos *Tarsonemus* associados a frutos do coqueiro ainda não foram elucidados.

Estudos ecológicos envolvendo *S. concavuscutum* e *S. furcatus* em coqueiro são escassos (Lawson-Balagboo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Domingos *et al.* 2010), e mesmo sua distribuição intra-planta não é conhecida. Um coqueiro adulto apresenta cachos de diferentes idades simultaneamente (Sobral 1998, Fontes & Ferreira 2006), e tal característica pode beneficiar populações de artrópodes que se alimentam de seus frutos, sendo esperado um movimento populacional dentro da planta na busca por recursos. Outros fatores também podem influenciar as populações dos artrópodes habitantes do perianto, pois ao sair deste habitat em busca de novos recursos, os ácaros estão sujeitos a condições abióticas distintas daquelas encontradas sob as brácteas (especialmente umidade e temperatura) (Navia *et al.* 2013, Melo *et al.* 2014, Aratchige *et*

al. 2016), além de fatores bióticos, tais como competição por espaço e alimento com outras espécies fitófagas e predação (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Galvão *et al.* 2011). Essas mudanças podem ter efeito sobre a população de forma dependente ou independente da densidade (Cappucino & Price 1995, Kessler *et al.* 2012, Schowalter 2016).

Ácaros predadores também são encontrados em frutos de coqueiro e, dentre estes, os Phytoseiidae são os mais frequentemente (Lawson-Balagbo *et al.* 2007b, Negloh *et al.* 2010, Lima *et al.* 2012, Sourassou *et al.* 2012). Alguns fitoseídeos têm sido reportados em coocorrência com *Steneotarsonemus* spp., mas apenas quando estas estão em associação com *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Dentre as espécies de fitoseídeos relatadas, *Neoseiulus paspalivorus* De Leon e *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot) são as mais frequentes (Lawson-Balagbo *et al.* 2007b, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Sourassou *et al.* 2012, Negloh *et al.* 2010, Lima *et al.* 2012). A relação desses predadores com *A. guerreronis* tem sido bastante investigada através de estudos de dinâmica populacional e distribuição intra-planta em coqueiro (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2010, Galvão *et al.* 2011, Aratchige *et al.* 2012), mas pouco se sabe sobre a relação desses fitoseídeos com os *Steneotarsonemus*, interação esta que merece atenção.

O presente estudo tem como objetivo realizar o levantamento de espécies de Tarsonemidae associadas ao perianto de frutos de coqueiro, estudar a distribuição intra-planta desses ácaros na planta, assim como de seus inimigos naturais, além de avaliar os hábitos alimentares dos *Tarsonemus* spp. encontrados.

## **Material e Métodos**

**Levantamento das espécies de Tarsonemidae associadas a frutos de *C. nucifera*.** Coletas de frutos foram realizadas em 2014 ao longo do litoral do nordeste Brasileiro em 50 sítios de

amostragens, com uma distância máxima de 100 km de um sítio a outro, totalizando aproximadamente 3.400 km de extensão. Em cada sítio foram selecionadas três plantas, e de cada planta foram retirados 10 frutos com lesões necróticas semelhantes às causadas por *Steneotarsonemus* spp., constituindo uma amostra de 30 frutos dos cachos com 2 a 8 meses de idade, conforme a filotaxia do coqueiro (Sobral 1998). Quando na localidade não foram visualizadas plantas com frutos com tais lesões, os frutos foram coletados aleatoriamente. Os frutos coletados foram levados ao laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em Recife-PE e armazenados em refrigerador (cerca de 10 °C). Posteriormente, os frutos tiveram as brácteas retiradas com auxílio de uma tesoura de poda e uma espátula. Todos os tarsonemídeos encontrados foram coletados com auxílio de um pincel de pelos macios, montados em preparações para microscopia em meio de Hoyer e identificados. Complementarmente, uma revisão de ocorrência das espécies de tarsonmídeos associados ao perianto de frutos do coqueiro no nordeste do Brasil foi realizada, sendo as informações obtidas por Lawson-Balagbo *et al.* (2008) e Reis *et al.* (2008), as quais foram compiladas com os dados obtidos neste trabalho. Todos os pontos de ocorrência de Tarsonemidae em frutos de coqueiro no litoral do nordeste do Brasil foram utilizados para elaboração de um mapa. As coordenadas geográficas foram obtidas por meio do Google Maps.

**Distribuição intra-planta de *Steneotarsonemus* spp. no coqueiro.** Cinco plantas (híbridos nativos) com aproximadamente 10 anos de idade que apresentavam apenas lesões nos frutos causadas apenas por *Steneotarsonemus* spp. foram selecionadas no município de Igarassu-PE (7°50'S, 34°54'W), no período de março a maio de 2018. Todos os cachos de 2 a 8 meses de idade foram coletados, totalizando 943 frutos, que foram acondicionados separadamente por idade em sacos plásticos e transportados ao laboratório. As amostras foram armazenadas em refrigerador (cerca de 10°C) por até oito dias até o processamento. As brácteas dos frutos foram retiradas com



auxílio de uma tesoura de poda e uma espátula. Todas as formas ativas de *Steneotarsonemus* spp. foram contabilizadas. De cada fruto foram coletados 10 ácaros adultos, que foram montados em lâminas para microscopia, para posterior confirmação da espécie. Todos os predadores foram coletados com o auxílio de um pincel de cerdas finas e armazenados em álcool 70% para posterior montagem em lâminas e identificação.

**Hábito alimentar de *Tarsonemus* spp.** A unidade experimental para ensaios de sobrevivência e predação foi formada por células adquiridas da Bio-Serv Incorporation (Bioassay Tray 128 células). Os tratamentos foram os seguintes: (1) fragmento da epiderme do perianto de frutos de *C. nucifera*; (2) bráctea interna de *C. nucifera* (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a); (3) 20 ovos de *S. concavuscutum*; (4) 20 ovos de *A. guerreronis*; (5) sem alimento. Para manter o fragmento da epiderme conservado foi colocado um pouco de água de coco sob o fragmento, o qual se manteve em perfeitas condições até o término da avaliação. Ovos de *S. concavuscutum* e *A. guerreronis* foram transferidos cuidadosamente com o auxílio de um pincel com apenas um pelo, para um disco de polietileno preto de 0,5 cm de diâmetro, depositado sobre uma pequena quantidade de ágar/água no fundo da unidade experimental. Os ovos foram observados para confirmar a ausência de danos mecânicos. Fêmeas adultas de *Tarsonemus* spp. foram obtidas de frutos de *C. nucifera* no campus da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Em cada unidade experimental foi introduzida uma fêmea adulta de *Tarsonemus* spp., em seguida a unidade foi vedada com duas camadas de plástico filme para evitar a fuga. Pequenas perfurações foram feitas no plástico filme com o auxílio de um micro alfinete entomológico, para evitar a condensação de vapores d'água. Cada unidade experimental correspondeu a uma repetição, sendo cada tratamento constituído por 20 repetições. As avaliações foram realizadas após 24 e 48h do confinamento dos ácaros, verificando-se a sobrevivência das fêmeas nos diferentes tratamentos, e nos tratamentos 3 e 4, o número de ovos predados e intactos.

Em seguida, as fêmeas foram montadas em preparações para microscopia em meio de Hoyer, e posteriormente identificadas as morfoespécies.

**Análise estatística.** Análises de regressão foram realizadas através do programa TableCurve 2D (Systat, San Jose, CA, EUA), sendo a idade dos cachos a variável independente e o número médio de *Steneotarsonemus* ou de *N. baraki* as variáveis dependentes. O número médio de *Steneotarsonemus* e do predador mais abundante foi submetido à análise de correlação. Os dados de sobrevivência de *Tarsonemus* não foram normais, devido grande número de zeros (todos os indivíduos morreram no tratamento sem alimento) ou cem (todos os indivíduos sobreviveram nos tratamentos com ovos de *A. guerreronis* e *S. concavuscutum*), mesmo após as transformações. Portanto, foi utilizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis ANOVA para comparações dentre os tratamentos. As análises de correlação e o teste não paramétrico Kruskal-Wallis foram realizadas através do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc 2008).

## Resultados

**Levantamento das espécies de Tarsonemidae associadas a frutos de *C. nucifera*.** Duas espécies de *Steneotarsonemus* foram encontradas, *S. concavuscutum* e *S. furcatus*, e quatro morfoespécies de *Tarsonemus*. *Steneotarsonemus concavuscutum* apresentou ocorrência contínua entre cinco estados, sendo encontrado desde o litoral da Bahia até o extremo norte do litoral da Paraíba. *Steneotarsonemus furcatus* foi à espécie que apresentou distribuição mais ampla, sendo encontrado desde o Maranhão até a Bahia, com exceção do estado do Piauí. Os ácaros do gênero *Tarsonemus* (quatro diferentes morfoespécies) apresentaram ocorrência contínua entre os estados de Pernambuco e Ceará, além de um ponto isolado em Sergipe (Fig. 1).

**Distribuição intra-planta de *Steneotarsonemus* spp. no coqueiro.** Um total de 71.900 ácaros foi coletado sem considerar os Eriophyidae (*A. guerreronis*), dos quais apenas amostras não

quantificadas foram coletadas. Ácaros fitófagos representaram 98%. Dentre os ácaros da família Tarsonemidae, *S. concavuscutum* totalizou 70.770 ácaros (99%), enquanto que apenas 5 espécimes de *S. furcatus* foram registrados (0,01%) (Tabela 1). Os ácaros predadores representaram 1,6% dos ácaros coletados, distribuídos em seis famílias. As famílias encontradas com os respectivos números de espécies foram: Bdellidae (1), Blattisociidae (1), Cheyletidae (1), Digamasellidae (1), Melicharidae (2) e Phytoseiidae (5). Os ácaros da família Phytoseiidae representaram 87% dos predadores, totalizando 979 indivíduos, dos quais 969 pertenceram a espécie *N. baraki* (86%).

Indivíduos de *S. concavuscutum* foram observados em todos os cachos coletados. A densidade populacional de *S. concavuscutum* aumentou gradativamente conforme a idade do fruto, alcançando pico populacional em frutos com seis meses de idade (167 ácaros/fruto), decrescendo rapidamente em frutos com estágio de desenvolvimento mais avançados (frutos com 7-8 meses de idade) (Fig. 2). *Neoseiulus baraki* também foi encontrado em todos os cachos coletados e suas densidades populacionais apresentaram um padrão semelhante ao tarsonemídeo, porém com pico populacional em frutos com sete meses de idade (5,3 ácaros/fruto) (Fig. 2). Tanto as variações nas densidades populacionais de *S. concavuscutum*/fruto, quanto às densidades de *N. baraki*/fruto se ajustaram a um mesmo modelo não linear de regressão ( $R^2 > 0,98$ ;  $P < 0,002$ ) (Fig. 2). Uma correlação significativa ( $P=0,0467$ ) foi observada entre o número médio de *S. concavuscutum* e *N. baraki* (tomando em conta a mesma data de coleta para estes dois grupos de ácaros).

**Hábito alimentar de *Tarsonemus* spp.** A maioria dos ácaros investigados pertenciam a morfoespécie 1 (91,7%), portanto apenas os dados desta morfoespécie foram analisados, sendo seis indivíduos (8,3%) de outras morfoespécies desconhecidas. A sobrevivência de *Tarsonemus* (morfoespécie 1) foi afetada pela dieta ( $\chi^2=73,22$ ; g.l.= 4;  $P < 0,0001$ ). Todos os ácaros confinados sem alimento morreram nas primeiras 24 horas. Após 48 horas, pelo menos 90% dos ácaros sobreviveram quando confinados com ovos de *A. guerreronis*, ovos de *S. concavuscutum* e perianto

do fruto, enquanto apenas 30% sobreviveram com bráctea floral. O consumo de ovos (presa) variou de acordo com a espécie fornecida, sendo de aproximadamente 1,0 ovo/dia de *S. concavuscutum* e 1,5 ovos/dia de *A. guerreronis* (Fig. 3). As fêmeas de *Tarsonemus* ovipositaram apenas quando foram confinadas com fragmentos do perianto e com ovos de *A. guerreronis*, sendo contabilizado um total de cinco e um ovo, respectivamente.

### Discussão

A ocorrência de *S. concavuscutum* e *S. furcatus* já havia sido relatada em frutos de coqueiro no Brasil, tendo a primeira espécie ocorrência mais restrita no nordeste, entre os estados da Bahia e Paraíba, enquanto *S. furcatus* apresenta uma distribuição mais ampla, sendo encontrada desde a Bahia até o Maranhão (Gondim Jr. & Oliveira 2001, Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Aparentemente, *S. furcatus* é originário das Américas, tendo sido relatado em diversas espécies de plantas (Beer 1958, Lin & Zhang 2002, Torre *et al.* 2005, Navia *et al.* 2006). É possível que esta ampla gama de hospedeiros tenha permitido que essa espécie apresente uma distribuição geográfica mais ampla. No entanto, *S. concavuscutum* foi descrito de frutos de coqueiro do Brasil (Lofego & Gondim Jr. 2006), sendo esse seu único hospedeiro conhecido. No entanto, levando-se em consideração que o coqueiro foi introduzido no Brasil em 1530 (Fontes & Ferreira 2006), é provável que esta espécie tenha outras monocotiledôneas hospedeiras nativas da América, ainda não identificadas. A abundância dessas espécies pode ser diferente em função da localidade. Em Pernambuco, onde este trabalho foi conduzido, *S. concavuscutum* foi a espécie mais abundante. Reis *et al.* (2008) observaram a distribuição de *Steneotarsonemus* spp. em três estados brasileiros (PB, PE e AL), e também constataram que existe diferença na abundância das espécies decorrente da localidade. Esses autores verificaram um maior número de *S. concavuscutum* em Alagoas (Maragogi), enquanto na Paraíba

(Pitimbu) o número maior foi de *S. furcatus*, já em Pernambuco (Itamaracá) o número de ácaros coletados das duas espécies foi próximo. É possível que esta diferença se deva a fatores climáticos, mas também pode estar relacionada as variedades de coqueiro. Outra possibilidade é que os predadores estejam influenciando a abundância da espécie de *Steneotarsonemus* ao longo do litoral. Lawson-Balagbo *et al.* (2008) verificaram que existem diferenças na abundância de espécies de *Neoseiulus* do grupo *paspalivorus* nessa região, sendo *N. baraki* mais abundante em alguns estados, enquanto *Neoseiulus paspalivorus* (De Leon) em outros.

Ácaros do gênero *Tarsonemus* foram registrados em cinco dos nove estados onde foram realizadas as coletas. Embora, as espécies tenham sido diferenciadas em morfoespécies, não foi possível identificá-las, provavelmente por serem novas para ciência ou devido a variações morfológicas que precisam ser melhor analisadas. Embora ácaros desse gênero tenham sido relatados frequentemente em coqueiro (Reis *et al.* 2008, Ochoal *et al.* 1991), pouco se conhece sobre seus hábitos alimentares neste hospedeiro. Esses ácaros são geralmente encontrados em frutos em coocorrência com *A. guerreronis*, *S. concavuscutum* e/ou *S. furcatus* (Howard *et al.* 1990, Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012). Essas três espécies são fitófagas e causam lesões nos frutos. A associação dessas com as espécies de *Tarsonemus* pode levar a interpretações errôneas do hábito alimentar destes últimos. Ácaros do gênero *Tarsonemus* têm sido mencionados como fungívoros (Lindquist 1986), e muitas espécies ocorrem em plantas, contudo a presença desses ácaros nestes hospedeiros não evidencia a fitofagia (Lindquist 1986). Portanto, estudos que investiguem o hábito alimentar dessas espécies deve ser incentivado.

A maioria das fêmeas (90%) de *Tarsonemus* (morfoespécie 1) confinadas com fragmentos de perianto sobreviveu após 48 horas de confinamento, e 25% delas ovipositaram. Já as fêmeas que se alimentaram exclusivamente de ovos de *A. guerreronis* e *S. concavuscutum* apresentaram sobrevivência próxima a 100%, contudo apenas uma fêmea ovipositou ao se alimentar do eriofídeo.

O tecido vegetal provavelmente é o alimento mais adequado para esses ácaros, o que pode explicar a maior oviposição neste substrato. Mesmo que uma maior percentagem de fêmeas tenha sobrevivido quando fornecidos ovos das diferentes presas como alimento, apenas uma fêmea ovipositou quando alimentada exclusivamente com ovos de *A. guerreronis*. Esses resultados contribuem para o conhecimento do hábito alimentar desse gênero, evidenciando a relação dos *Tarsonemus* com seus hospedeiros e ácaros associados.

*Steneotarsonemus concavuscutum* foi praticamente a única espécie que ocorreu no local onde o experimento de distribuição intra-planta foi realizado. O padrão de distribuição de *S. concavuscutum* em plantas de coqueiro indica que o pico populacional desse organismo ocorre em frutos de seis meses de idade, enquanto o pico populacional de *N. baraki* ocorre em frutos com sete meses. Fatores como a fenologia da planta, condições ambientais e ocorrência de inimigos naturais são capazes de influenciar a dinâmica populacional de ácaros da família Tarsonemidae (Almaguel *et al.* 2003, Karmakar & Gupta 2011, Karmakar *et al.* 2017, Chandrasena *et al.* 2018, Rubiano-Rodríguez *et al.* 2019). Frutos com diferentes idades apresentam características também diferentes, como o teor de lignina, que aumenta com a idade dos frutos (Galvão *et al.* 2011). Tarsonemídeos são ácaros muito pequenos, que apresentam estiletos diminutos (Moraes & Flechtmann 2008), e muitos ácaros fitófagos desta família preferem tecidos mais jovens e tenros (Moraes & Flechtmann 2008, Alagarmalai *et al.* 2009, Renkema *et al.* 2017). Desta forma, o aumento do teor de lignina pode levar a uma maior rigidez dos tecidos meristemáticos que pode influenciar na abundância dos Tarsonemidae no perianto dos frutos. Além disso, os frutos jovens apresentam as brácteas mais aderidas à epiderme, proporcionando um menor espaço para os ácaros no perianto. Com o envelhecimento dos frutos há um aumento no espaço entre a epiderme e as brácteas (Lima *et al.* 2012), o que pode influenciar também na colonização dos frutos e tamanho das colônias (Howard & Rodriguez 1991). A ocorrência de *S. concavuscutum* foi observada em frutos de dois a oito meses.

*Steneotarsonemus concavuscutum* consegue acessar o perianto de frutos, provavelmente, já com um mês de formado. Nessa idade, o fruto deve oferecer boas condições de colonização com tecidos jovens e ausência de inimigos naturais. Com o passar do tempo, a população aumenta, atingindo o pico nos frutos com seis meses. A partir deste momento a população decresce, provavelmente pela condição menos favorável do alimento (alto teor de lignina) e aumento da população de inimigos naturais. A ocorrência de picos populacionais em frutos de idades diferentes pode estar relacionada, além da relação densidade presa/predador, pelo fato das velocidades de desenvolvimento, oviposição e tamanho das espécies de ácaros de famílias tão distintas serem também diferentes. Galvão *et al.* (2011) relataram a influência da idade dos frutos sobre a distribuição intra-planta de *A. guerreronis* no perianto dos frutos, contudo este eriofídeo apresenta pico populacional nos frutos com quatro meses de idade, diferentemente do tarsonemídeo.

Um fator de grande importância na dinâmica populacional é a interação interespecífica (Kessler *et al.* 2012, Schowalter 2016). A presença de uma segunda espécie de ácaro fitófago também pode influenciar a distribuição intra-planta de *S. concavuscutum*. Em coqueiro, outras espécies de ácaros fitófagos podem ocorrer simultaneamente com *S. concavuscutum*, como *S. furcatus* e *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Paz Neto *et al.* 2020). Neste trabalho, o ácaro fitófago mais abundante foi *S. concavuscutum*, no entanto também foi relatada a presença de *S. furcatus* (5 indivíduos) e *A. guerreronis* em pequenas proporções, contudo esta última não foi contabilizada. Sabe-se que *A. guerreronis* é um dos ácaros fitófagos mais comumente encontrados em coqueiro (Navia *et al.* 2005, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008), e cujo pico populacional ocorre em frutos com 4 meses de idade (Galvão *et al.* 2011), enquanto o pico populacional de *S. concavuscutum* ocorre em frutos de 6 meses. A diferença de tamanho dos indivíduos dessas espécies pode interferir no estabelecimento desses organismos em espaço temporal diferente, permitindo o estabelecimento inicial em frutos mais jovens por *A.*

*guerreronis* e à medida que os frutos vão ficando mais velhos se tornam mais favoráveis ao estabelecimento de *S. concavuscutum* que é maior e mais robusto, encontrando mais espaço no perianto. Sinais (pistas químicas) deixados pela presença de *S. concavuscutum* são reconhecidos por *A. guerreronis* que reduz sua infestação na presença deste Tarsonemidae (Calvet *et al.* 2018). Esse fato também pode contribuir para que *A. guerreronis* ocorra primeiramente em frutos jovens, e posteriormente se desloque, com a entrada de *S. concavuscutum*, que alcança seu pico populacional em frutos mais velhos. Além disso, uma eventual colonização por *A. guerreronis* poderia alterar a planta, tornando-a mais adequada para a alimentação de um segundo herbívoro (Paz Neto *et al.* 2020).

Populações de ácaros predadores podem influenciar na distribuição dos ácaros fitófagos no coqueiro (Galvão *et al.* 2011). Dentre os ácaros predadores relatados neste trabalho, a família Phytoseiidae foi a mais abundante, e cerca de 86% destes foram *N. baraki*. Ácaros pertencentes a essa família têm sido relatados na literatura como potenciais predadores de Tarsonemidae (Easterbrook *et al.* 2001, Weintraub *et al.* 2003, Messelink & Holstein-Saj 2006, Maanen *et al.* 2010). Estudos laboratoriais observaram que ácaros predadores pertencentes ao gênero *Neoseiulus* conseguem se desenvolver ao se alimentar de ácaros do gênero *Steneotarsonemus* (Lawson-Balagbo *et al.* 2007b, Domingos *et al.* 2010). *Neoseiulus baraki* apresentou correlação significativa com *S. concavuscutum* ( $P < 0,05$ ), indicando uma relação de densidade dependente que é típica da interação presa-predador. No presente estudo foi observado que à medida que a densidade populacional de *S. concavuscutum* aumenta a densidade populacional do predador também aumenta e com a redução populacional da espécie fitófaga, há também uma redução da densidade populacional do predador. *Neoseiulus baraki* é um dos ácaros predadores mais abundantes em perianto de frutos de coqueiro (Reis *et al.* 2008, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Lima *et al.* 2012), e esse ácaro pertence ao grupo de predadores generalistas que sobrevivem em ambientes confinados



de plantas monocotiledôneas (McMurtry *et al.* 2013). A conformação do corpo desse grupo de predadores permite que *N. baraki* penetre e se mova em pequenos espaços, como entre bráctea e a epiderme dos frutos com facilidade (Moraes *et al.* 2004, Lima *et al.* 2012), adentrado neste local e tendo acesso aos ácaros fitófagos que infestam o perianto dos frutos. Portanto, *N. baraki* pode ser um predador com potencial de uso no controle biológico de *S. concavuscutum*, como também constatado para *A. guerreronis* (Melo *et al.* 2011, Lima *et al.* 2012, Aratchige *et al.* 2016, Lima *et al.* 2017).

Os resultados desse trabalho mostram que os Tarsonemidae (*Steneotarsonemus* spp. e *Tarsonemus* spp.) que ocorrem em perianto de frutos de coqueiro apresentam ampla distribuição no litoral do nordeste do Brasil, e que a abundância de *Steneotarsonemus* spp. pode variar conforme a localidade. A distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* é influenciada pela idade dos frutos e pela ocorrência dos predadores. Dentre os ácaros predadores associados a *S. concavuscutum*, o fitoseídeo *N. baraki* é o mais frequente, representando um promissor agente de controle biológico dessa praga. Além disso, verificou-se que *Tarsonemus* sp. 1 é uma espécie fitozoófaga ou zoofitófaga.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa.

### **Literatura Citada**

**Alagarmalai, J., M. Grinberg, R. Perl-Treves & V. Soroker. 2009.** Host Selection by the Herbivorous Mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae). *J. Insect. Behav.* 22: 375-387.

- Almaguel, L., A. Santos, P. Torre, E. Botta, J. Hernández, I. Cáceres & A. Ginarte. 2003.** Dinámica de población e indicadores ecológicos del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley 1968 (Acari: Tarsonemidae) em arroz de riego em Cuba. *Fitosanidad* 7: 23-30.
- Aratchige, N.S., A.D.N.T. Kumara & N.I. Suwandharathne. 2016.** The Coconut Mite: Current Global Scenario, p. 321-342. In A.K. Chakravarthy & S. Sridhara (eds.), *Economic and Ecological significance of arthropods in diversified ecosystems*. Berlin, Springer, 448p.
- Aratchige, N.S., L.C.P. Fernando, K.P. Waidyarathne & K.A.S. Chandrasiri. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its predatory mite, *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) in two coconut growing areas in Sri Lanka. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 319-325.
- Beer, R.E. 1954.** A revision of the Tarsonemidae of the western hemisphere (Order Acarina). Kansas, The University of Kansas Science Bulletin, 296p.
- Beer, R.E. 1958.** A new species of *Steneotarsonemus* and additional information on the plant-feeding habits of *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acarina). *J. N. Y. Ent. Soc.* 56: 153-159.
- Calvet, E.C., D.B. Lima, J.W.S. Melo & M.G.C. Gondim Jr. 2018.** Chemosensory cues of predators and competitors influence search for refuge in fruit by the coconut mite *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 74: 249-259.
- Cappuccino, N. & P.W. Price. 1995.** *Population dynamics new approaches and synthesis*. San Diego, Academic Press, 429p.
- Chandrasena, G.D.S.N., J. Ponnampereuma Arachchi, M.C. Millawithanachchi, M.G. Rupasinghe, P.M.H. Coorey, T.L. Kumarathissa & W.N.M. Madurangani. 2018.** Temporal distribution of rice sheath mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) as influenced by the climatic parameters in the low country wet zone of Sri Lanka. *Sri Lanka J. Food Agricult.* 4: 1-8.
- De Leon, D. 1956.** Four new Acarina in the family Tarsonemidae. *Fla. Entomol.* 39: 105-112.
- Denmark, H.A. & E. Nickerson. 1981.** A tarsonemid mite, *Steneotarsonemus furcatus* De Leon, a serious pest on *Maranta* sp. and *Calathea* sp. (Acarina: Tarsonemidae). *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 94: 70-72.
- Domingos, C.A., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim, G.J. de Moraes, R. Hanna, L.M. Lawson-Balagbo & P. Schausberger. 2010.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite, *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 50: 201-215.
- Easterbrook, M.A., J.D. Fitzgerald & M.G. Solomon. 2001.** Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on

strawberry in the UK using species of *Neoseiulus (Amblyseius)* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 25: 25-36.

**Fontes, H.R. & J.M.S. Ferreira. 2006.** A cultura do coqueiro no Brasil. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 101p.

**Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes & J.W.S. Melo. 2011.** Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 54: 373-384.

**Gondim Jr., M.G.C. & J.V. Oliveira. 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 317-355. In S.J. Michereff & R. Barros (eds.), *Proteção de plantas na agricultura sustentável*. Recife, Imprensa Universitária, 424p.

**Howard, F.W. & E.A. Rodriguez. 1991.** Tightness of the perianth of cococuts in relation to infestation by coconut mites. *Fla. Entomol.* 74: 58-361.

**Howard, F.W., E.A. 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. P. R.* 74: 237-251.

**Karmakar, K., S.C. Bala & S.K. Ghosh. 2017.** Population dynamics of sheath mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley infesting rice cultivar IET- 4786 and its management under Gangetic Basin of West Bengal. *J. Entomol. Zool. Stud.* 5: 663-666.

**Karmakar, K. & S.K. Gupta. 2011.** Impact of the date of transplanting on population dynamics of the rice sheath mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae), on the rice cultivar IET-4786 in the Gangetic Plains of West Bengal, Índia. *Zoosymposia* 6: 131-134.

**Kessler, A., K. Poveda & E.H. Poelman. 2012.** Plant-induced responses and herbivore population dynamics, p. 91-108. In P. Barbosa, D.K. Letourneau & A.A. Agrawal (eds.), *Insect Outbreaks Revisited*. New Jersey, Wiley-Blackwell, 465p.

**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. de 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. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. *Bull. Entomol. Res.* 98: 83-96.

- Lima, D.B., H.K.V. Oliveira, J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr., M. Sabelis, A. Pallini & A. Janssen. 2017.** Predator performance is impaired by the presence of a second prey species. *Bull. Entomol. Res.* 107: 313-321.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. de Moraes. 2012.** Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 233-246.
- Lindquist, E.E. 1986.** The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic and systematic revision, with classification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 118: 1-517.
- Lin, J.Z. & Z.Q. Zhang. 2002.** Tarsonemidae of the world: Key to genera, geographical, distribution, systematic catalogue & annotated bibliography. London, Systematic and Applied Acarology Society, 440 p.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* 11: 195-203.
- Paz Neto, A.A., E.C. Calvet, J.W.S. Melo, D.B. Lima, M.G.C. Gondim Jr. & A. Janssen. 2020.** Damage of mites provides refuge and also affects the preference and performance of subsequent herbivore. Tese de Doutorado, UFRPE, Recife, 101p.
- Maanen, R., E. Vila, M.W. Sabelis & A. Janssen. 2010.** Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. *Exp. Appl. Acarol.* 52: 29-34.
- McMurtry, J.A., G.J. Moraes & N.F. Sourassou. 2013.** Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Syst. Appl. Acarol.* 18: 297-320.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, A. Pallini, J.E.M. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2011.** Olfactory response of predatory mites to vegetative and reproductive parts of coconut palm infested by *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 55: 191-202.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, M.W. Sabelis, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2014.** Limits to ambulatory displacement of coconut mites in absence and presence of food-related cues. *Exp. Appl. Acarol.* 62: 449-461.
- Messelink, G.J. & R. van Holstein-Saj. 2006.** Potential for biological control of the bulb scale mite (Acari: Tarsonemidae) by predatory mites in amaryllis. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.* 17: 113-118.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 308p.

- Moraes, G.J. de, P.C. Lopes & C.P. Fernando. 2004.** Phytoseiid Mites (Acari: Phytoseiidae) of Coconut Growing Areas in Sri Lanka, with Descriptions of Three New Species. *J. Acarol. Soc. Jpn.* 13: 141-160.
- Navia, D., G.J. Moraes, A.C. Lofego & C.H.W. Flechtmann. 2005.** Acarofauna associated with coconut fruits (*Cocos nucifera* L.) from some localities in America. *Neotrop. Entomol.* 34: 349-354.
- Navia, D., M.A.S. Mendes & R. Ochoa. 2006.** *Steneotarsonemus furcatus* de Leon (Prostigmata: Tarsonemidae) infesting rice crops in Brazil. *Int. J. Acarol.* 32: 219-222.
- Navia, D., M.G.C. Gondim Jr., N.S. Aratchige & G.J. Moraes. 2013.** A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. *Exp. Appl. Acarol.* 59: 67-94.
- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2010.** Season and fruit age-dependent population dynamics of *Aceria guerreronis* and its associated predatory mite *Neoseiulus paspalivorus* on coconut in Benin. *BioControl* 54: 349-358.
- Paz Neto, A.A., J.W.S. Melo, D.B. Lima, M.G.C. Gondim Junior & A. Janssen. 2020.** Field distribution patterns of pests are asymmetrically affected by the presence of other herbivores. *Bull. Entomol. Res.* 110: 1-9.
- Ochoa, R., R.L. Smiley & J.L. Saunders. 1991.** The family Tarsonemidae in Costa Rica (Acari: Heterostigmata). *Int. J. Acarol.* 17: 41-86.
- 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.
- Renkema, J.M., J.A. LeFors & D.T. Johnson. 2017.** First report of broad mite (Acari: Tarsonemidae) on commercial strawberry in Florida. *Fla. Entomol.* 100: 804-806.
- Rubiano-Rodríguez, J.A., T. Sánchez-Doria & R. Tofiño-Rivera. 2019.** Estudio poblacional de *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) sobre tres variedades de arroz sembradas en diferentes épocas. *Rev. Colomb. Entomol.* 45: e7809.
- SAS Institute. 2008.** SAS/STAT User's Guide. Cary, NC, USA: SAS Institute.
- Schowalter, T.D. 2016.** *Insect Ecology: an Ecosystem Approach.* San Diego, Elsevier, 762p.
- Smiley, R.L., C.H.W. Flechtmann & R. Ochoa. 1993.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) and an illustrated key to grass-infesting species in the Western Hemisphere. *Int. J. Acarol.* 19: 87-93.

- Sobral, L.F. 1998.** Nutrição e Adubação do Coqueiro, p. 129-157. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwick & L.A. Siqueira (eds.), A cultura do coqueiro no Brasil. Aracaju, Embrapa CPATC, 292 p.
- Sourassou, N.F., R. Hanna, I. Zannou, J.A.J. Breeuwer, G.J. de Moraes & M.W. Sabelis. 2012.** Morphological, molecular and cross-breeding analysis of geographic populations of coconut-mite-associated predatory mites identified as *Neoseiulus baraki*: evidence for cryptic species? Exp. Appl. Acarol. 57: 15-36.
- Souza, I.V., M.G.C. Gondim Jr., A.L.R. Ramos, E.A. dos Santos, M.I.F. Ferraz & A.R. Oliveira. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other mites associated with coconut fruits in Una, state of Bahia, northeastern Brazil. Exp. Appl. Acarol. 58: 221-233.
- Torre, P., L. Almaguel, E. Botta & I. Cáceres. 2005.** Plantas hospedantes de *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acari: Tarsonemidae) en Cuba. Neotrop. Entomol. 34: 517-519.
- Weintraub, P.G., S. Kleitman, R. Mori, N. Shapira & E. Palevsky. 2003.** Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). BioControl 27: 300-309.

Tabela 1. Número de ácaros em perianto de frutos de *Cocos nucifera* no litoral de Pernambuco (Igarassu), no período de março a maio de 2018.

FAMÍLIA	TOTAL DE ÁCAROS	PERCENTAGEM (%)	PERCENTAGEM (%)/ HÁBITO ALIMENTAR
<b>Predadores</b>			
<b>Bdellidae</b>			
<i>Bdella ueckermanni</i> Hernandes, Daud & Feres	39	0,054	3,467
<b>Blattisociidae</b>			
<i>Lasioseius subterraneus</i> Chant	72	0,100	6,400
<b>Cheyletidae</b>			
	1	0,001	0,089
<b>Digamasellidae</b>			
<i>Dendrolaelaps sp.</i>	27	0,038	2,400
<b>Melicharidae</b>			
<i>Proctolaelaps bickleyi</i> Bram	3	0,004	0,267
<i>Proctolaelaps bulbosus</i> Moraes, Reis & Gondim Jr.	4	0,006	0,356
<b>Phytoseiidae</b>			
<i>Amblyseius sp.</i>	3	0,004	0,267
<i>Amblyseius herbicolus</i> (Chant)	1	0,001	0,089
<i>Amblyseius largoensis</i> (Muma)	4	0,006	0,356
<i>Neoseiulus baraki</i> (Athias-Henriot)	969	1,348	86,133
<i>Typhlodromina subtropica</i> Muma & Denmark	1	0,001	0,089
Imaturo	1	0,001	0,089
<b>TOTAL DE ÁCAROS PREDADORES</b>	<b>1.125</b>	<b>1,564</b>	<b>100</b>
<b>Fitófagos</b>			
<b>Tarsonemidae</b>			
<i>Steneotarsonemus concavuscutum</i> Lofego & Gondim Jr.	70.770	98,428	99,992
<i>Steneotarsonemus furcatus</i> De Leon	5	0,007	0,007
<b>Eriophyidae</b>			
<i>Aceria guerreronis</i> Keifer <sup>1</sup>	-	-	-
<b>TOTAL DE ÁCAROS FITÓFAGOS</b>	<b>70.775</b>	<b>98,435</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>71.900</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup>Não foi contabilizado.

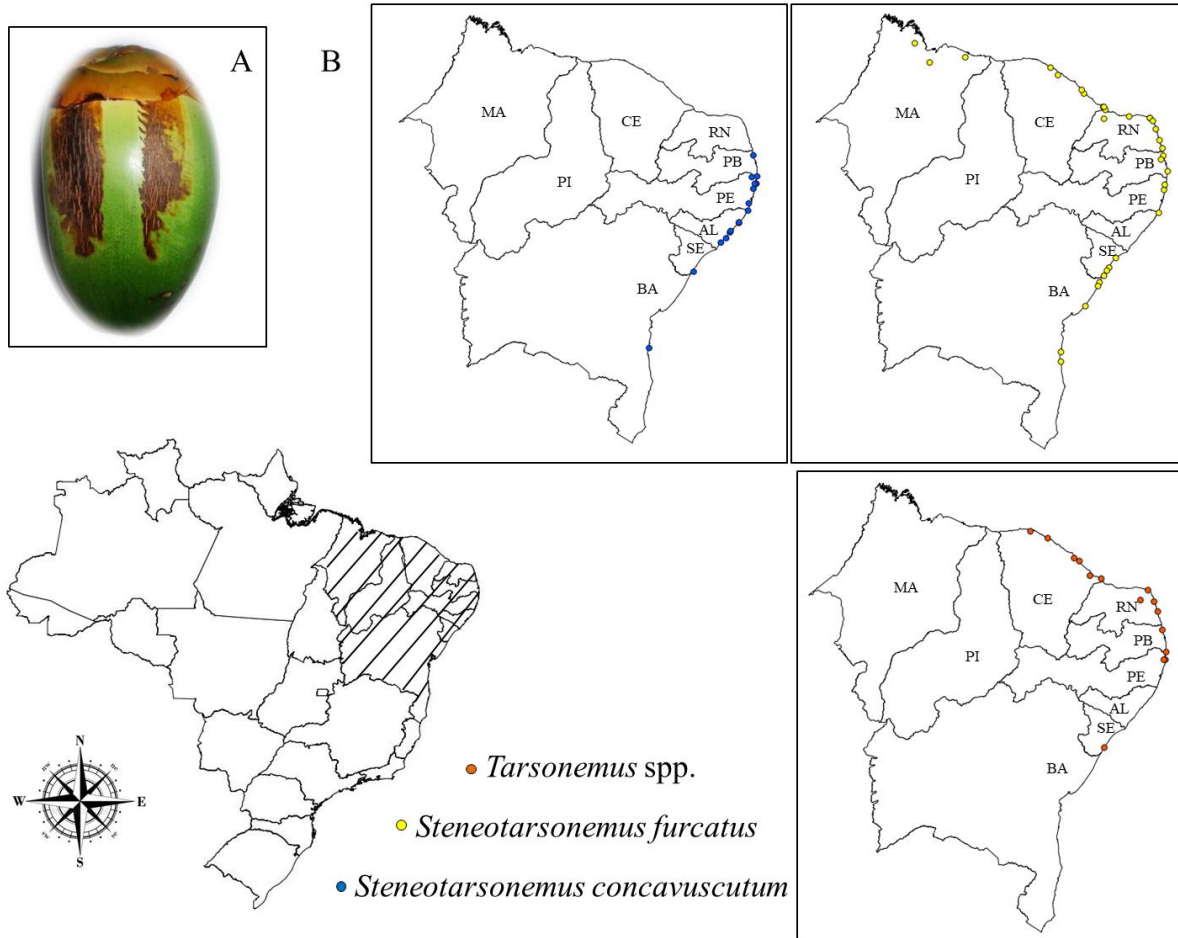


Figura 1. Espécies de Tarsonemidae associados a frutos de *Cocos nucifera* no litoral do Nordeste do Brasil. A- Fruto danificado por *Steneotarsonemus* sp. B- Mapas de ocorrência das espécies de Tarsonemidae. Estado de coletas: AL-Alagoas, BA-Bahia, CE- Ceará, MA-Maranhão, PB-Paraíba, PE-Pernambuco, PI-Piauí, RN-Rio Grande do Norte, SE-Sergipe.



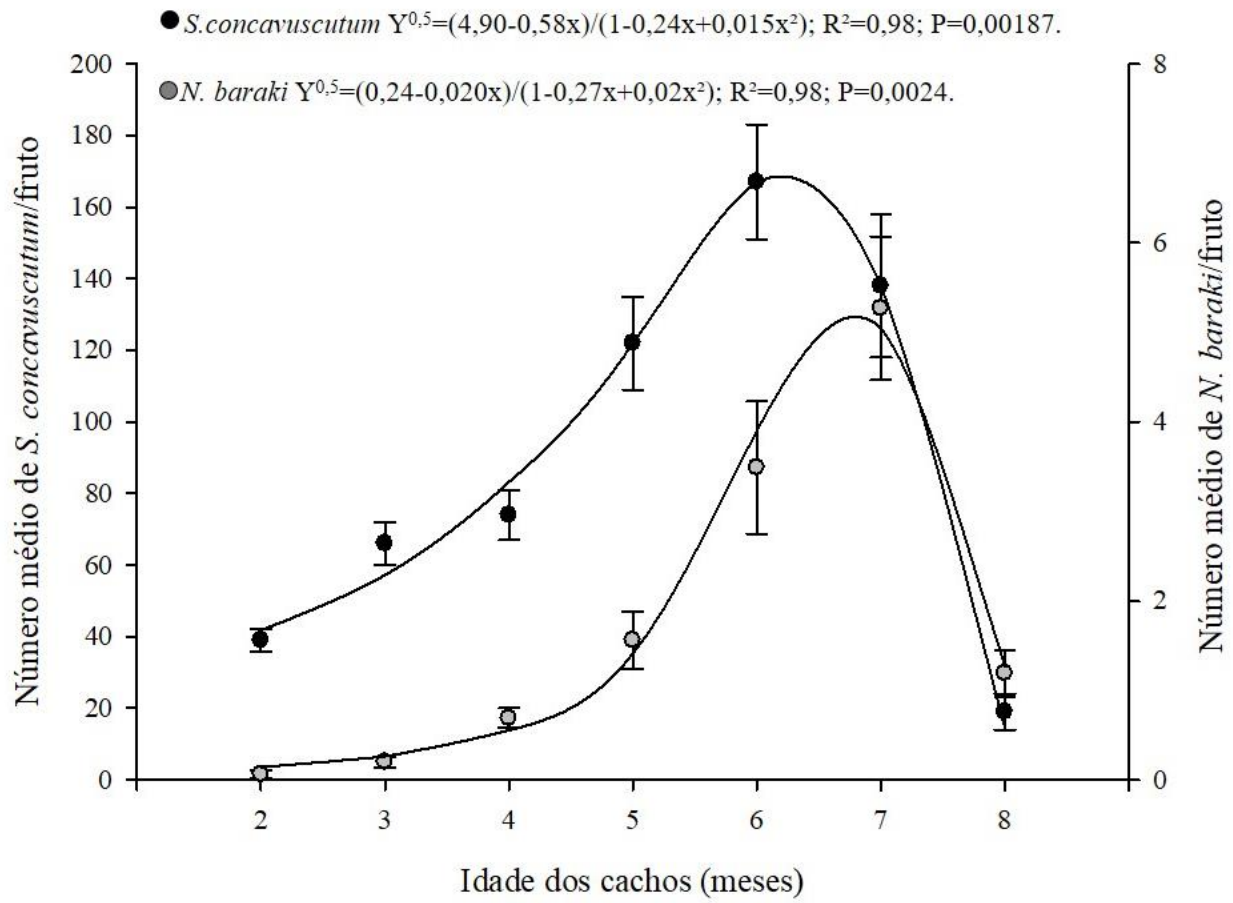


Figura 2. Distribuição intra-planta de *Steenotarsonevus concavuscutum* e de *Neoseiulus baraki* em frutos de *Cocos nucifera*.

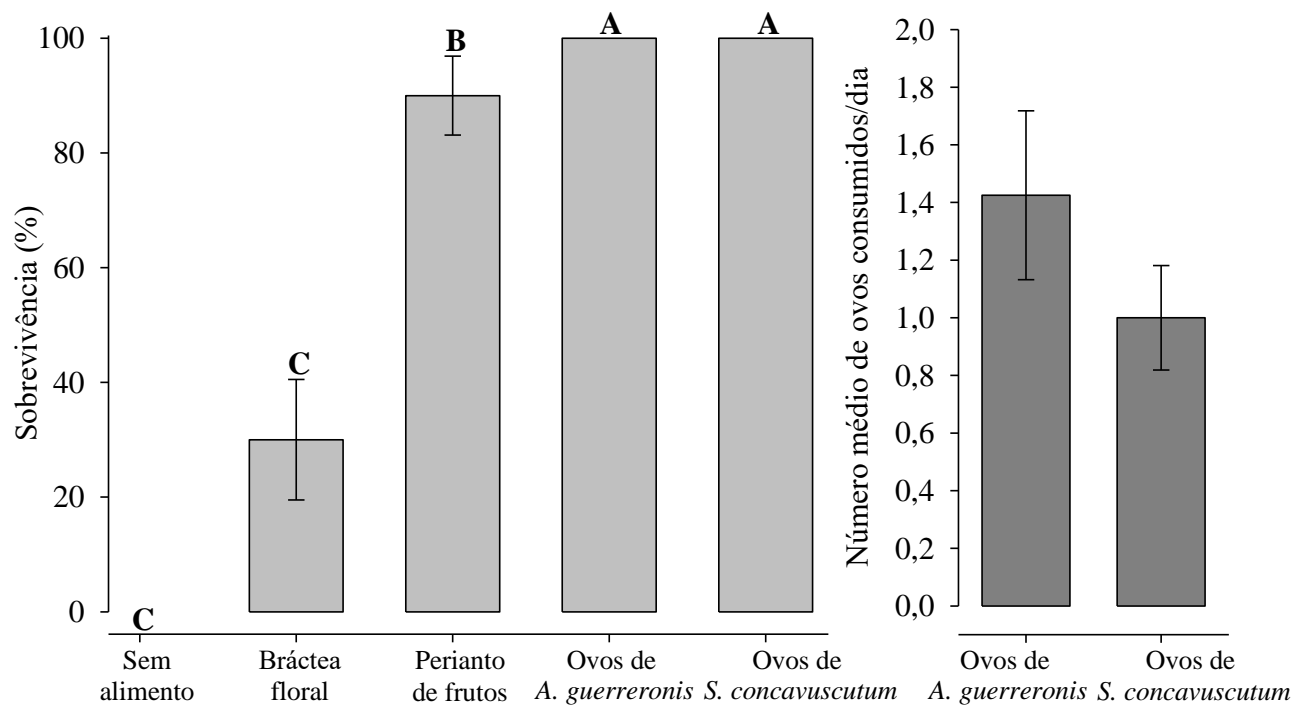


Figura 3. Sobrevivência (%) de *Tarsonemus* (morfoespécie 1) em diferentes fontes de alimentos em 48 horas de confinamento e consumo médio diário de ovos de diferentes presas. Letras diferentes indicam diferença estatística na sobrevivência de *Tarsonemus* (morfoespécie 1) nos diferentes tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Teste de Kruskal-Wallis.

### CAPÍTULO 3

## ÁCAROS DO GÊNERO *Tarsonemus* CANESTRINI & FANZAGO ASSOCIADOS AO PERIANTO DE FRUTOS DE *Cocos nucifera* L. <sup>1</sup>

GIRLEIDE V. DE FRANÇA-BELTRÃO<sup>2</sup>, ANTÔNIO C. LOFEGO<sup>3</sup> & MANOEL G.C. GONDIM  
JR<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Zoologia e Botânica-Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista, Rua  
Cristóvão Colombo, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

---

<sup>1</sup>França-Beltrão, G.V., A.C. Lofego & M.G.C. Gondim Jr. Ácaros do gênero *Tarsonemus* Canestrini & Fanzago associados ao perianto de frutos de *Cocos nucifera* L. A ser submetido.

RESUMO - A família Tarsonemidae compreende 46 gêneros, e alguns têm sido relatados em coqueiro, como *Fungitarsonemus*, *Nasutitarsonemus*, *Steneotarsonemus* e *Tarsonemus*. *Fungitarsonemus cocosi*, *Nasutitarsonemus omani* e *Steneotarsonemus concavuscutum* foram descritas dessa espécie vegetal. *Steneotarsonemus furcatus* foi descrito de uma gramínea do gênero *Paspalum*, mas tem sido relatado em diversos países das Américas no perianto dos frutos do coqueiro. *Tarsonemus simplex* tem sido relatada em frutos de coqueiro infestados por *Aceria guerreronis* na Costa Rica. A ocorrência de *Tarsonemus* sp. tem sido frequentemente mencionada em associação com espécies fitófagas (*S. concavuscutum*, *S. furcatus* e/ou *A. guerreronis*) na região do perianto dos frutos. Neste trabalho, quatro espécies de *Tarsonemus* associadas ao perianto dos frutos do coqueiro encontradas são estudadas morfológicamente.

PALAVRAS-CHAVE: Tarsonemidae, novas espécies, taxonomia, coqueiro

GENUS MITES *Tarsonemus* CANESTRINI & FANZAGO IN ASSOCIATION WITH THE  
FRUIT PERIANTH OF *Cocos nucifera* L.

ABSTRACT – The family *Tarsonemidae* comprise 46 genera, some of which have been documented in coconut tree, such as *Fungitarsonemus*, *Nasutitarsonemus*, *Steneotarsonemus* and *Tarsonemus*. *Fungitarsonemus cocosi* and *Nasutitarsonemus omani* and *Steneotarsonemus concavuscutum* were described as occurring in this plant species. *Steneotarsonemus furcatus* was observed in a grass of the genus *Paspalum*, but it has been reported in several countries of the Americas in the perianth of the coconut fruits. *Tarsonemus simplex* has been found in coconut fruits infested by *Aceria guerreronis* in Costa Rica. Occurrence of *Tarsonemus* sp. has been frequently mentioned in association with phytophagous species (*S. concavuscutum*, *S. furcatus* and/or *A. guerreronis*) on the perianth of fruits. In this experiment, four species of *Tarsonemus* associated with the perianth of coconut fruits are studied morphologically.

KEY WORDS: *Tarsonemidae*, new species, taxonomy, coconut tree

## Introdução

A família Tarsonemidae Canestrini & Fanzago compreende mais de 580 espécies distribuídas em 46 gêneros (Lin & Zhang 2002, Magowski *et al.* 2005, Lofego & Feres 2006, Lofego *et al.* 2015, Lofego *et al.* 2016, Khaustov & Abramov 2017, Seeman *et al.* 2018). Os ácaros dessa família são relativamente pequenos, com o corpo brilhante e ovoide ou levemente alongado, tendo as pernas anteriores e posteriores relativamente bem separadas. Os tarsonemídeos apresentam dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos (Beer 1954). Esses ácaros geralmente são de vida livre e frequentemente estão associados a fungos, insetos ou plantas (Walter *et al.* 2009). Os tarsonemídeos apresentam grande diversidade de hábitos alimentares, podendo ser fitófagos, micófagos, algívoros e parasitos de outros artrópodes (Lindquist 1986).

Alguns gêneros de Tarsonemidae têm sido relatados em coqueiro (*Cocos nucifera* L.), como *Fungitarsonemus* De Leon, *Nasutitarsonemus* Beer & Nucifora, *Steneotarsonemus* Beer e *Tarsonemus* Canestrini & Fanzago (De Leon 1956, Gondim Jr. & Oliveira 2001, Lin & Zhang 2002, Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Lawson-Balagboo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Ochoa *et al.* 1991, Hountondji *et al.* 2010, Lofego *et al.* 2011), tendo sido as espécies *Fungitarsonemus cocosi* De Leon, *Nasutitarsonemus omani* Lofego & Moraes e *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. descritas desta cultura (De Leon 1956, Lofego & Gondim Jr. 2006, Lofego *et al.* 2011). As espécies *S. concavuscutum* e *Steneotarsonemus furcatus* De Leon têm sido relatadas causando danos aos frutos do coqueiro, frequentemente associados a *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae), uma das principais pragas dos frutos dessa palmeira (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006). Alguns trabalhos também têm ressaltado a ocorrência de *Tarsonemus* spp., associados a frutos do coqueiro, em coocorrência com os ácaros *S. concavuscutum*, *S. furcatus* e/ou *A. guerreronis* (Ochoa *et al.* 1991, Lawson-Balagboo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008).

O gênero *Tarsonemus* compreende cerca de 280 espécies (Lin & Zhang 2002, Magowski & Moser 2003, Lofego *et al.* 2005, Magowski & Khaustov 2006, Magowski *et al.* 2007, Magowski 2010, Khaustov & Abramov 2017, Sousa *et al.* 2020) das quais apenas 10 têm sido relatadas no Brasil (Bousi *et al.* 2006, Lofego & Moraes 2006, Sousa *et al.* 2020). Apenas quatro dessas espécies foram descritas do território nacional, sendo elas: *Tarsonemus bahiensis* Sousa, Rezende & Ochoa, descrita de *Passiflora foetida* L. (Passifloraceae) e *Stlingera elatior* (Jack) R.M.SM. (Zingiberaceae), da Bahia (Sousa *et al.* 2020); *Tarsonemus cacao* Sousa, Lofego & Ochoa, descrita de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) também da Bahia (Sousa *et al.* 2020); *Tarsonemus longisetae* Sousa, Lofego & Ochoa, descrita de *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (Myrtaceae) e *Psidium australe* Cambess (Myrtaceae), do estado de São Paulo (Lofego *et al.* 2005) e *Tarsonemus piri* Flechtmann, descrita de *Pyrus malus* L. (Rosaceae) também do estado de São Paulo (Flechtmann 1971). As demais espécies que ocorrem no Brasil são: *Tarsonemus bilobatos* Suski, *Tarsonemus confusus* Ewing, *Tarsonemus fusarii* Cooreman, *Tarsonemus merus* Banks, *Tarsonemus rakowiensis* Kropezynska e *Tarsonemus waitei* Banks (Flechtmann 1971, Lin & Zhang 2002, Sousa *et al.* 2005, Lofego *et al.* 2005, Lofego & Feres 2006, Lofego *et al.* 2013, Nascimento *et al.* 2016). Sousa *et al.* (2020) compilaram todas as espécies de *Tarsonemus* que ocorrem no Brasil e desenvolveram uma chave dicotômica para auxiliar na identificação das espécies.

A partir de coletas de frutos de *C. nucifera* no litoral brasileiro, foram encontradas quatro morfoespécies pertencentes ao gênero *Tarsonemus*. Essas morfoespécies são aqui estudadas morfologicamente, contribuindo para a identificação das espécies do gênero *Tarsonemus*.

## Material e Métodos

Frutos de *C. nucifera* com injúrias típicas de *Steneotarsonemus* spp., foram coletados no litoral brasileiro dos municípios de Pirangi (5°59'S, 35°7'W) e Touros (5°11' S, 35°27'W), Rio

Grande do Norte, em outubro de 2014, Pitimbu (7°28'S, 34°48'W), Paraíba, em novembro de 2014 e em Igarassu (7°50'S, 34°54'W), Pernambuco, em julho de 2018. Estes foram levados ao laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife-PE, e armazenadas em refrigerador (10°C). Posteriormente, suas brácteas foram retiradas com auxílio de uma tesoura de poda e uma espátula. Todos os espécimes de *Tarsonemus* encontrados no perianto foram coletados com auxílio de um pincel de pelos macios, montados em meio de Hoyer e posteriormente identificados.

Os espécimes examinados foram medidos e ilustrados, utilizando um microscópio Olympus modelo BX41, com uma câmara clara acoplada para a ilustração. A terminologia adotada para todas as estruturas foi aquela descrita por Lindquist (1986), exceto para as setas do gnatossoma *dgs* e *vgs*, designadas de acordo com a terminologia de Suski (1967) e Magowski *et al.* (1998). As medidas foram apresentadas em micrômetros sendo as medidas mostradas no texto com os valores para os espécimes desenhados em negrito, seguidos da média e da variação (entre parênteses), incluindo-se os valores do espécime desenhado. As pernas foram medidas da base do fêmur ao hápice do tarso, não sendo incluído o pré-tarso.

Os exemplares estudados foram depositados na coleção de ácaros do Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Agronomia, área de Fitossanidade, e no Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo (DZSJRP).

## **Resultados e Discussão**

### **Morfoespécie 1. Diagnose.**

**Fêmeas e machos** com gnatossoma sub-cônico e faringe estreita e curta. **Fêmeas** com setas dorsais setiformes e levemente serreadas, *c2* cerca duas vezes mais longa que *c1*, *h* cerca de duas



vezes mais longa que *e*. Apódema proesternal não se fundindo ao apódema sejugal. Apódema sejugal ininterrupto, fortemente recurvado nas bordas e com pequenos lóbulos irregulares na região mediana. Apódema 4 não fundido ao apódema posesternal, estendendo-se até o nível das bases da seta *3b*; Apódema posesternal não bifurcado anteriormente. **Machos** com placa CD ornamentada (estrias longitudinais); apódema 2 não fundido ao apódema proesternal, que é interrompido medialmente, de modo que estes não estão interligados. Apódema 3, 4 e posesternal bem desenvolvidos e unidos na extremidade anterior; apódema 5 presente. Perna sem franja, mas com processo membranoso e triangular na base de *vF*.

## Descrição

### Fêmea adulta (10 espécimes mensurados).

Gnatossoma (Figs. 1 e 2): sub-cônico, comprimento **26**, 26 (25–28), largura **24**, 23 (21–24), com seta *dgs* **10**, 10 (8–11) e seta *vgs* **8**, 8 (7–8) ambas lisas. Palpo curto e robusto, medindo **6**, 7 (6–8). Faringe com comprimento de **7**, 8 (6–8) e largura de **3**, 3 (3–4) na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig. 1): Com comprimento **165**, 176 (165–196) e largura **95**, 98 (96–107) ao nível da seta *cI*. Ovalado com a região anterior do histerossoma um pouco mais larga do que a região posterior. Estigma inserido na lateral do escudo prodorsal. Comprimento das setas dorsais: *vI* **19**, 18 (15–19), *scI* **11**, 11 (10–13), *sc2* **34**, 34 (31–38), *cI* **11**, 11 (10–13), *c2* **25**, 24 (21–25), *d* **11**, 9 (7–11), *e* **11**, 9 (7–11), *f* **15**, 13 (11–15), *h* **17**, 18 (16–24). Todas as setas setiformes, exceto a seta *scI* que apresenta formato capitada e recoberta por minúsculos espinhos. Setas *e*, *f* e *h* levemente serreadas. A distância entre essas setas são: *vI*–*vI* **20**, 19 (17–21), *sc2*–*sc2* **36**, 36 (34–40), *vI*–*sc2* **26**, 26 (25–27), *cI*–*cI* **57**, 55 (53–58), *c2*–*c2* **87**, 83 (80–88), *cI*–*c2* **22**, 22 (20–24), *d*–*d* **37**, 36 (34–39), *e*–*e* **66**, 62 (58–66), *f*–*f* **23**, 22 (20–24), *e*–*f* **22**, 21 (19–21), *h*–*h* **35**, 35 (33–36).

Ventre do idiossoma (Fig. 2): Seta *Ia* **6**, 6 (5–6) localizada junto a extremidade anterior do apódema 1, com distância entre suas bases de **7**, 7 (7–8); seta *2a* **9**, 8 (6–9) localizada sobre a região

mediana do apódema 2, com distância entre suas bases de **22**, 22 (21–23); seta *3a* **10**, 10 (8–10), localizada junto a extremidade anterior do apódema 3 com distância entre suas bases de **22**, 21 (20–22); seta *3b* **7**, 8 (7–10) localizada sobre o apódema 4, com distância entre suas bases de **21**, 21 (21–22). Apódema 1 fundido posteriormente ao apódema proesternal. Apódema proesternal, conspicuo até a proximidade com o apódema sejugal, não se fundindo a este. Apódema sejugal ininterrupto, fortemente recurvado nas bordas e com pequenos lóbulos irregulares na região mediana. Apódema 3 se estendendo da base da seta *3a* até a extremidade anterior do trocanter III; apódema 4 não fundido ao apódema posesternal estendendo-se até o nível das bases da seta *3b*. Apódema posesternal não bifurcado anteriormente, iniciando ao nível anterior do trocanter III, estendendo-se para além do nível da extremidade posterior do apódema 4. Tégula com comprimento de **7**, 7 (67) e largura de **11**, 12 (11–12). Seta *ps* **9**, 9 (7–10) com distância entre suas bases de **10**, 9 (9–10).

Pernas (Fig. 3): perna I: **41**, 40 (38–41), perna II: **41**, 40 (38–41), perna III: **43**, 42 (40–43) e perna IV: **30**, 29 (27–30). Número de setas no fêmur, genu, tibia e tarso (solenídios entre parênteses). Perna I: 4-4-4 (2) + 6 (1), perna II: 3-2-4-5 (1), perna III: 1+3-4-3, perna IV: 0+1-1+1. Solenídio tarsal  $\omega$  do tibiotarso I **4,4** (4–4), robusto. Grupo sensorial da tibia I  $\phi 1$  **5**, 5 (4–5) capitada,  $\phi 2$  robusto e famulus *k* 2, todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta *d* da tibia I **23**, 23 (21–24), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II medindo **3**, 4 (3–4), robusto. Seta *pl''* **3**, 3 (2–3) em forma de espinho. Seta *d* da tibia II **15**, 15 (13–17) lisa. Femurogeno IV **20**, 19 (11–21), tibiotarso IV **10**, 9 (8–10). Tamanho das setas da perna IV: *v'G* **6**, 6 (6–7), *v'Ti* **20**, 21 (20–22), *tc''* **70**, 73 (67–77), *v'F* **5,6** (5–6) todas as setas lisas.

#### **Macho adulto (5 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Figs. 4 e 5): Ovoide cônico, comprimento **21**, 22 (20–23), largura **19**, 20 (18–21), com seta *dgs* 6 e *vgs* **5**, 5 (5–6), ambas lisas. Palpo curto e robusto, medindo **6**, 6 (5–6). Faringe com comprimento de **13**, 12 (11–13) e largura de 3 na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig. 4): Com comprimento **116**, 108 (95–116) e largura **60**, 62 (60–66). Escudo prodorsal subtriangular. Comprimento das setas dorsais: *v1* **17**, 17 (15–17), *v2* **10**, 11 (9–12) *sc1* **34**, 35 (34–36), *sc2* **16**, 16 (15–17), *c1* **15**, 16 (14–18), *c2* **22**, 23 (21–25), *d* **14**, 14(13–15), *f* **11**, 11 (10–12). Todas as setas são setiformes, sendo a seta *c1* um pouco abaulada em sua terminação. Setas *sc1*, *c1* *d* e *f*, levemente serreadas, as demais setas são lisas. A distância entre essas setas são: *v1*–*v1* **15**, 13 (12–15), *v2*–*v2* **19**, 20 (18–21), *sc1*–*sc1* **25**, 25 (25–26), *sc2*–*sc2* **33**, 35 (33–37), *v1*–*v2* **11**, 11 (10–12), *v2*–*Sc2* **14**, 14 (14–15), *sc1*–*sc2* **6**, 6 (5–7), *c2*–*c2* **63**, 65 (62–68), *c1*–*c1* **52**, 53 (51–55), *d*–*d* **28**, 29 (26–31), *c1*–*d* **14**, 13 (13–14), *c1*–*c2* **30**, 30 (27–32), *f*–*f* **20**, 20 (19–21).

Ventre do idiossoma (Fig. 5). Seta *Ia* 4 localizada na metade das placas coxisternal 1, com distância entre suas bases de **9**, 9 (8–10); seta *2a* **7**, 7(7–8) localizada no centro das placas coxisternal 2, com distância entre suas bases de **20**, 20 (19–21); seta *3a* **10**, 10 (9–10), localizada próxima a região anterior do apódema 3, com distância entre suas bases de **33**, 33 (29–36); seta *3b* 9, localizada próximo ao comprimento médio dos apódemas 4, distância entre suas bases **34**, 34 (28–36). Apódema 1 fundido posteriormente à extremidade anterior do apódema proesternal, que se estende além das bases de *2a*, no entanto este não se funde ao apódema sejugal. Apódema 2 bem desenvolvido, um pouco recurvado na região posterior, próximo ao apódema proesternal, estes não estão interligados. Apódema sejugal reto, ininterrupto. Apódema 3, 4 e posesternal bem desenvolvidos e unidos na extremidade anterior. Apódema 5 bem formado, fundido ao apódema posesternal.

Pernas (Fig. 6): perna I **35**, 37 (35–39), perna II **33**, 35 (33–37), perna III **37**, 40 (36–43) e perna IV **40**, 44 (29–55). Número de setas no fêmur, genu, tíbia e tarso (solenídio em parênteses): perna I: 4-4-5(2)-7(1); perna II: 3-2-4-4(1), perna III 1-3-4-3, perna IV 1+2-1(1)-3; Solenídio do tarso  $\omega$  I 3, robusto. Conjunto sensorial da tíbia I completo, solenídio  $\phi$ 1 **4,4**(4–5) capitada,

solenídio  $\phi 2$  2 levemente robusto, famulus  $k 2$  todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta  $d$  da tibia **11**, 10 (10–11), levemente serreada. Solenídio  $\omega$  do tarso II **3,4** (3–4), robusto. Seta  $d$  da tibia II **14**, 14 (13–15), lisa. Trocanter IV com largura e comprimento aproximado, com margem anterior **11**, 11(9–12) e posterior **11**, 11 (7–12) e seta  $v'$  **9**, 9 (8–10), lisa. Femurogeno IV **23**, 27 (19–32) de comprimento e **15**, 13 (10–15) de largura. Seta  $v'F$  10, lisa. Setas  $v'G$  **19**, 20 (17–22) e  $l'G$  **14**, 14 (12–15) levemente serreadas. Tibia **14**, 17 (7–19). Seta  $v'Ti$  **64**, 62 (56–65) e Solenídio  $\phi$  **3**, 4 (3–4) em forma de bastão. Tarso IV **3**, 3 (3–4), curto, contendo 3 setas lisas com os seguintes comprimentos:  $tc'' 2$   $pv'$  **4**, 4 (3–5) e  $u'$  3 (2–3), sendo essas setas lisas. Garra fina e bem desenvolvida.

**Espécimes estudados.** Dez fêmeas e cinco machos coletados de perianto de frutos de *C. nucifera*, Igarassu- PE. Depositados na coleção de ácaros do Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade e no Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo (DZSJRP).

### **Morfoespécie 2. Diagnose.**

**Fêmeas e machos** com gnatossoma sub-cônico e faringe tão larga quanto longa. **Fêmeas** com setas dorsais setiformes e curtas,  $c1$  com cerca 75% do comprimento de  $c2$ ; Setas  $h$  e  $e$  com o mesmo comprimento. Apódema proesternal conspicuo apenas entre os apódemas 1 e 2. Apódema sejugal formado por três porções, uma mediana e duas laterais, essas ultimas fortemente recurvadas nas bordas. Apódemas 4 e posesternal pouco desenvolvidos. **Machos** com apódema 2 não fundido ao apódema pro-esternal, o qual é conspicuo apenas entre os apódemas 1 e 2. Apódema 3, 4 e posesternal bem desenvolvidos e unidos fracamente na extremidade anterior; apódema 3 com linha interna extra paralela a sua metade posterior. Apódema 5 presente, curto. Perna IV sem franja.

### **Descrição**

### **Fêmea adulta (10 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Figs. 7 e 8): Ovoide cônico, comprimento **36**, 37(34–39), largura **31**, 32 (31–34), com setas *dg* **10**, 11(9–15) e *vgs* **10**, 11 (9–13), ambas lisas. Palpo moderadamente longo, medindo **9**, 9 (8–10), com uma pequena seta subterminal. Faringe com comprimento de **8**, 9 (8–9) e largura de **7**, 7 (7–8) na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig. 7): Com comprimento **166**, 174 (166–185) e largura **103**, 116 (103–126) ao nível da seta *c1*, ovalado, com a região do tergito *h* mais estreito. Estigma inserido na lateral do escudo prodorsal. Comprimento das setas dorsais: *vl* **22**, 26 (22–27), *sc1* **15**, 13 (11–15), *sc2* **47**, 52 (46–57), *c1* **11**, 12 (11–14), *c2* **15**, 18 (15–20), *d* **7**, 8 (7–9), *e* **6**, 7 (6–8), *f* **10**, 10 (9–10), *h* **6**, 7 (6–8). Todas as setas setiformes, sendo as setas *vl*, *Sc2*, *c1* e *c2* lisas e as setas *d*, *e*, *f* e *h*, levemente serradas. Seta *sc1* capitada e recoberta por minúsculos espinhos. A distância entre essas setas são: *vl-vl* **24**, 25 (24–26), *sc2-sc2* **45**, 48 (45–52), *vl-sc2* **25**, 25 (24–28), *c1-c1* **48**, 52 (48–56), *c2-c2* **83**, 90 (83–95), *c1-c2* **26**, 29 (26–31), *d-d* **28**, 33 (28–38), *e-e* **54**, 60 (54–65), *f-f* **13**, 14 (12–16), *e-f* **20**, 23 (20–26), *h-h* **28**, 30 (28–31).

Ventre do idiossoma (Fig. 8): Seta *1a* **10**, 9 (7–11) localizada próxima à extremidade anterior do apódema 1 com distância entre suas bases de **14**, 14 (13–15); seta *2a* **12**, 12 (10–16) localizada próxima a região mediana do apódema 2 com distância entre suas bases de **27**, 30 (27–32); seta *3a* **13**, 14 (11–16), localizada na região anterior do apódema 3 com distância entre suas bases de **20**, 23 (20–30); seta *3b* **10**, 11 (10–13) localizada sobre o apódema 4, com distância entre suas bases de **24**, 26 (24–29). Apódema 1 conspicuo, ligado posteriormente ao apódema proesternal. Apódema 2, curto e conspicuo, no entanto não fundido ao apódema proesternal. Apódema proesternal conspicuo da inserção com o apódema 1, estendendo-se até o nível da extremidade posterior do apódema 2, onde a partir desse ponto torna-se difuso e pouco conspicuo. Apódema sejugal com duas interrupções submedianas, formando três porções, uma mediana e duas laterais, essas últimas

fortemente recurvadas nas bordas. Apódema 3 se estendendo da base da seta *3a* até a extremidade anterior do trocanter III; apódema 4 pouco conspicuo, não fundido ao apódema posesternal, estendendo-se além das bases das setas *3b*. Apódema posesternal pouco desenvolvido, visível do nível anterior do apódema 4, até o nível das setas *3b*. Tégula com comprimento de **5, 6** (5–6) e largura de **14, 16** (14–17). Seta *ps* **7, 7** (6–8) com distância entre suas bases de **14, 16** (14–17).

Pernas (Fig. 9): perna I: **43, 47** (43–50), perna II: **42, 45** (42–47), perna III: **45, 51** (45–55) e perna IV: **35, 40** (35–42). Número de setas no fêmur, genu, tibia e tarso (solenídios entre parênteses). Perna I: 4-4-5 (2) + 6 (1), perna II: 3-3-4-4 (1), perna III: 1+3-4-4, perna IV: 1+1-1+1. Solenídio tarsal  $\omega$  do tibiotarso I **5, 5** (5–5), delgado e baciliforme. Grupo sensorial da tibia I completo,  $\phi 1$  **3, 3** (2–3) delgado, liso e capitada,  $\phi 2$  **3, 3** (3–4), baciliforme e *k* **3, 3**(3–4), todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta *d* da tibia I **27, 29** (27–30), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II medindo **4, 4** (3–4), delgado e baciliforme. Seta *pl*'' ausente. Seta *d* da tibia II **20, 20** (18–20) lisa. Femurogeno IV **24, 27** (24–30), tibiotarso IV **11, 12** (11–13). Tamanho das setas da perna IV: *v*'*F* **5, 6**(5–7), *v*'*G* **13, 12** (10–13), *v*'*Ti* **25, 25** (24–27), *tc*'' **85, 88** (85–93), todas as setas lisa.

#### **Macho adulto (4 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Figs. 10 e 11): Ovoide cônico, comprimento **30, 22** (25–30), largura **28, 26** (25–25), com seta *dgs* **9, 9** (8–9) e *vgs* **10, 9** (5–6), ambas lisas. Palpo moderadamente longo e robusto, medindo 9. Faringe com comprimento de 6 e largura de 5 na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig. 10): Com comprimento **133, 124** (114–125) e largura **77, 72** (65–77). Escudo prodorsal subtriangular. Comprimento das setas dorsais: *v1* **22, 20** (19–22), *v2* **11, 10** (10–11), *sc1* **51, 48** (45–51), *sc2* **20, 20** (18–23), *c1* **21, 20** (19–21), *c2* **19, 19** (17–21), *d* **20, 18**(16–20), *f* **10, 10** (9–11). Todas as setas são setiformes e levemente serreadas, exceto a seta *v2* que é lisa. A distância entre essas setas são: *v1*–*v1* **18, 16** (14–18), *v2*–*v2* **26, 24** (22–26), *sc1*–*sc1* **35, 33** (31–35), *sc2*–*sc2* **50, 46** (43–50), *v1*–*v2* **10, 10**, *v2*–*sc2* **19, 16** (15–19), *sc1*–*sc2* **9, 7** (6–9), *c2*–*c2* **81,**

73 (66–81), *c1-c1* **66**, 61 (56–66), *d-d* **40**, 37 (33–40), *c1-d* **13**, 13 (12–13), *c1-c2* **36**, 33 (30–36), *f-f* **21**, 20 (18–21).

Ventre do idiossoma (Fig.11). Seta *1a* **9**, 8 (8–9) localizada próximo ao centro das placas coxisternal 1, com distância entre suas bases de **14**, 13 (12–14); seta *2a* **10**, 10 (9–11) localizada no centro das placas coxisternal 2, com distância entre suas bases de **34**, 31(29–34); seta *3a* **15**, 14 (13–15), localizada entre os apódemas 3 e 4 próximo as suas extremidades anteriores, com distância entre suas bases de **47**, 41 (36–47); seta *3b* **15**, 13 (11–15) localizada próximo ao terço posterior dos apódemas 4, distância entre suas bases **49**, 43 (36–49). Apódema 1 conspícuo, fundido com extremidade anterior do apódema proesternal, que estende-se até o nível da extremidade posterior do apódema 2. Apódema 2 bem desenvolvido, estendendo-se até a margem posterior do apódema proesternal, no entanto não liga-se a este. Apódema sejugal fracamente desenvolvido. Apódema 3, 4 e posesternal conspícuos, tornando-se um pouco desenvolvido na extremidade anterior. Pontuações na placa coxal III entre os apódemas 3 e 4 e lateralmente ao apódema 3. Apódema 5 bem formado, ligando-se anteriormente ao apódema posesternal que se estende até altura do apódema 4.

Pernas (Fig. 12): perna I **48**, 46 (42–48), perna II **46**, 42 (38–46), perna III **53**, 47 (43–53) e perna IV **42**, 39 (35–42). Número de setas no fêmur, genu, tíbia e tarso (solenídio em parênteses): perna I: 4-4-6 (2)-7(1); perna II: 3-3-4-4 (1), perna III 1-3-4-3, perna IV 1+2-1(1)-3; Solenídio Tarsal  $\omega$  I **3**, 3 (3–3), delgado e alongado, mais largo mediamente. Conjunto sensorial da tíbia I completo, solenídio  $\phi 1$ , 2 (2–2), capitada, solenídio  $\phi 2$  **3**, 3 (3–3), levemente robusto e famulus *k* **4**, 4(4–4), todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta *d* da tíbia **25**, 22 (21–25), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II **5**, 4 (4–5), robusto. Seta *d* da tíbia II **20**, 19 (18–20), lisa. Trocanter IV mais largo do que longo, com margem anterior **11**, 10 (9–11) e posterior **12**, 11 (9–12) e seta *v'* **8**, 8 (7–9), lisa. Femurogeno IV **30**, 28 (25–30) de comprimento e **20**, 16 (12–20) de largura. Seta *v'F* **10**,

9 (7–10),  $v'G$  **13**, 13 (11–15) e  $l'G$  **25**, 22 (19–25), lisas. Tíbia **9**, 9 (8–9). Seta  $v'Ti$  **37**, 34 (30–37) e Solenídio  $\phi$  **4**, 3 (3–4) em forma de bastão. Tarso **3**, 3 (2–3), curto. Setas  $tc''$  **5**,  $pv''$  **7**, 6 (5–7) e  $u'$  **6**, **5** (5–6), lisas. Garra bem desenvolvida.

**Espécimes estudados.** Dez fêmeas e quatro machos coletados de *C. nucifera*, Pitimbu- PB. Depositados na coleção de ácaros do Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade e no Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo (DZSJRP).

### **Morfoespécie 3. Diagnose.**

**Fêmeas e machos** com gnatossoma sub-cônico e faringe duas vezes mais longa do que larga.

**Fêmeas** com setas dorsais setiformes e curtas, seta  $c1$  com cerca de 40% do comprimento de  $c2$ ; Seta  $e$  ligeiramente mais longa do que seta  $f$ . Apódema proesternal conspicuo apenas entre os apódemas 1 e 2. Apódema proesternal interrompido medialmente e fortemente recurvado nas bordas. Apódema posesternal curto, fracamente desenvolvido, visível apenas desde a fusão como o apódema 4 até um pouco além do nível da base da seta  $3b$ . **Machos** com apódema 2 não fundido ao apódema proesternal, o qual é conspicuo apenas entre os apódemas 1 e 2. Apódema sejugal inconspicuo medialmente. Apódema 3, 4 e posesternal bem desenvolvidos e unidos fracamente na extremidade anterior; apódema 5 presente, curto. Perna IV sem franja.

### **Descrição**

#### **Fêmea adulta (9 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Figs.13 e 14): Ovoide cônico, comprimento **25**, 26 (25–28), largura **25**, 26 (24–27), com setas  $dgs$  **12**, 11 (9–12) e  $vgs$  **8**, 8 (7–8), lisas. Palpo curto, medindo **6**, 7 (6–9), com uma pequena seta subterminal. Faringe com comprimento de **13**, 13 (13–14) e largura de **5**, 5 (5–6) na região mais ampla.



Dorso do idiossoma (Fig. 13): Com comprimento **198**, 202 (188–219) e largura **116**, 114 (107–121) ao nível da seta *c1*, ovalado, com a região do tergito *c* mais ampla. Estigma inserido na lateral do escudo prodorsal. Comprimento das setas dorsais: *v1* **19**, 20 (18–21), *sc1* **11**, 11 (10–12), *sc2* **39**, 40 (36–45), *c1* **10**, 10 (9–11), *c2* **24**, 24 (21–25), *d* **9**, 10 (9–11), *e* **11**, 12 (10–13), *f* **8**, 9 (8–10), *h* **16**, 15 (15–18). Todas as setas setiforme, sendo as setas *v1*, *sc1*, *c1*, *c2* e *d*, lisas e as setas *e*, *f* e *h* levemente serreadas. Seta *sc1* capitada e recoberta por minúsculos espinhos. A distância entre essas setas são: *v1*–*v1* **24**, 24 (21–25), *sc2*–*sc2* **33**, 31 (30–35), *v1*–*sc2* **29**, 29 (26–30), *c1*–*c1* **51**, 54 (49–60), *c2*–*c2* **82**, 85 (76–92), *c1*–*c2* **27**, 27 (24–29), *d*–*d* **30**, 31 (28–35), *e*–*e* **66**, 68 (59–74), *f*–*f* **13**, 14 (12–17), *e*–*f* **27**, 27 (24–30), *h*–*h* **35**, 36 (32–39).

Ventre do idiossoma (Fig.14): Seta *1a* **6**, 6 (5–6) localizada junto a extremidade anterior do apódema 1, com distância entre suas bases de **8**, 8 (7–9); seta *2a* **6**, 6 (6–7) localizada junto a extremidade posterior do apódema 2, com distância entre suas bases de **20**, 21 (19–22); seta *3a* **13**, 12 (10–13), localizada próximo a extremidade anterior do apódema 3, com distância entre suas bases de **21**, 22 (20–24); seta *3b* **5**, 6 (5–7) localizada sobre a região posterior do apódema 4, com distância entre suas bases de **25**, 26 (24–28). Apódema 1 conspícuo, ligando-se posteriormente ao apódema proesternal. Apódema 2 bem desenvolvido, estendendo-se da base do trocanter II, até as mediações do apódema proesternal, no entanto não liga-se a este. Apódema proesternal conspícuo da inserção com o apódema 1 até a região posterior do apódema 2, onde torna-se pouco conspícuo, estendendo-se até o apódema sejugal. Apódema sejugal interrompido mediamente, com lóbulos e fortemente recurvado nas bordas. Apódema 3 iniciando ao nível anterior do trocanter III, estendendo-se até a proximidade das bases de *3a*; apódema 4 unidos anteriormente entre si e com o apódema posesternal, estendendo-se até a base da seta *3b*. Apódema posesternal curto, fracamente desenvolvido, visível apenas desde a fusão com o apódema 4 até um pouco além do nível da base

da seta 3b. Tégula com comprimento de **5, 6** (5–7) e largura de **11, 12** (11–12). Seta *ps* **9, 9** (8–10) com distância entre suas bases de **17, 16** (14–18).

Pernas (Fig. 15): perna I: **42, 44** (42–47), perna II: **39, 41** (36–45), perna III: **44, 46** (42–50) e perna IV: **33, 33** (30–37). Número de setas no fêmur, genu, tibia e tarso (solenídios entre parênteses). Perna I: 4-4-6 (2) + 6 (1), perna II: 4-3-4-5 (1), perna III: 1+3-4-4, perna IV: 1+1-1+1. Solenídio tarsal  $\omega$  do tibiotarso I **4, 4** (4–5), delgado e baciliforme. Grupo sensorial da tibia I completo,  $\phi 1$  **4, 5** (4–5), delgado e capitada,  $\phi 2$  **3, 3** (2–3) baciliforme e famulus *k* **5, 4** (4–5), todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta *d* da tibia I **23, 23** (21–26), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II medindo **4, 4** (3–4), delgado e baciliforme. Seta *pl* **3, 3** (3–4). Seta *d* da tibia II **20, 19** (18–21) lisa. Femurogeno IV **27, 27** (25–30), tibiotarso IV **6, 6** (5–7). Tamanho das setas da perna IV: *v'F* **7, 6** (5–8), *v'G* **8, 9** (8–10), *v'Ti* **22, 22** (20–23), *tc* **61, 60** (56–62), todas as setas lisa.

#### **Macho adulto (5 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Fig. 16 e 17): Ovoide cônico, comprimento **20, 22** (20–24), largura **23, 23** (23–23), com seta *dgs* **10, 9** (9–10) e *vgs* **7, 7** (6–8), ambas lisas. Palpo curto e robusto, medindo **7, 7** (6–7), com uma seta subterminal. Faringe com comprimento de **10, 11** (10–11) e largura de **5, 5** (5–6) na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig.16): Com comprimento **148, 146** (141–154) e largura **86, 88** (84–93). Escudo prodorsal subtriangular. Comprimento das setas dorsais: *v1* **21, 21** (20–21), *v2* **14, 14** (14–15), *sc1* **40, 42** (39–44), *sc2* **18, 19** (18–19), *c1* **19, 18** (16–20), *c2* **30, 31** (28–32), *d* **16, 17** (16–18), *f* **12, 14** (12–15). Todas as setas são setiformes e lisas, exceto a seta *sc1* e *f* que são levemente serradas. A distância entre essas setas são: *v1-v1* **14, 14** (13–15), *v2-v2* **19, 19** (18–20), *sc1-sc1* **27, 28** (27–30), *sc2-sc2* **41, 42** (40–45), *v1-v2* **9, 9** (8–9), *v2-sc2* **18, 19** (18–21), *sc1-sc2* **7, c2-c2** **77, 79** (75–84), *c1-c1* **62, 66** (62–71), *d-d* **26, 28** (26–30), *c1-d* **23, 23** (21–27), *c1-c2* **29, 29** (27–30), *f-f* **25, 26** (25–28).

Ventre do idiossoma (Fig. 17). Seta *1a* **6** localizada próximo ao apódema 1, com distância entre suas bases de **12**, 12 (11–12); seta *2a* **7**, 7 (6–7) localizada no centro das placas coxisternal 2, com distância entre suas bases de **28**, 28 (26–31); seta *3a* **14**, 13 (11–14), localizada entre os apódemas 3 e 4 próximo a as suas extremidades anteriores, com distância entre suas bases de **33**, 34 (32–36); seta *3b* **8**, 8 (8–9) localizada próximo ao terço posterior na junção do apódema 3 e 4, distância entre suas bases **36**, 38 (36–41). Apódema 1 estendendo-se da margem do escudo até a extremidade anterior do apódema proesternal, onde se fundem. Apódema 2 bem desenvolvido, estendendo até o terço posterior do proesternal, mas não unindo-se a este. Apódema proesternal interrompido, dando continuidade a partir da extremidade posterior do apódema 2, inicialmente conspícuo, ao se aproximar do apódema sejugal, tornando-se difuso e pouco conspícuo, unindo-se a este. Apódema sejugal interrompido mediamente. Apódema 3, 4 e posesternal conspícuos, tornando-se um pouco desenvolvido na extremidade anterior. Apódema 5 bem formado, ligando-se anteriormente ao apódema posesternal que se estende até altura do apódema 4. Pontuações no escudo proesternal, nas placas coxais III e IV, na lateral do apódema 3 e na região anterior dos apódemas 3 e 4.

Pernas (Fig. 18): perna I **43**, 44 (43–45), perna II **40**, 41 (39–43), perna III **47**, 49 (46–52) e perna IV **45**, 47 (44–51). Número de setas no fêmur, genu, tíbia e tarso (solenídio em parênteses): perna I: 4-4-6(2)-7(1); perna II: 3-3-4-5(1), perna III 1-3-4-3, perna IV 1+2-1(1)+3; Solenídio  $\omega$  do tarso I 3 robusto. Conjunto sensorial da tíbia I completo, solenídio  $\varphi 1$  4, capitada, solenídio  $\varphi 2$  **2**, 3 (2–3) baciliforme, famulus *k* **4**, 5 (4–5) todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta *d* da tíbia **22**, 23 (20–25), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II 4, robusto. Seta *d* da tíbia II **16**, 18 (16–19), lisa. Trocanter IV mais largo do que longo, com margem anterior **8**, 8 (7–9) e posterior **11**, 13 (11–15) e seta *v'* **8**, 9 (8–11), lisa. Femurogeno IV **37**, 39 (36–44) de comprimento e **18**, 19 (18–21) de largura. Seta *v'F* **6**, 7 (6–8), lisa. Setas *v'G* **17**, 16 (15–16) e *l'G* **29**, 28 (24–32) lisas. Tibiotarso **9**,

8 (7–9), curto. Seta  $v'Ti$  **21**, 22 (20–24), levemente escarpada e Solenídio  $\varphi$  **5**, 5 (5–6), em forma de haste. Setas  $tc''$  **8**, 8 (7–9),  $pv''$  **6**, 6 (6–7) e  $u'$  **5**, 6 (5–6), sendo essas setas lisas. Garra bem desenvolvida.

**Espécimes estudados.** Nove fêmeas e cinco machos coletados de *C. nucifera*, Touros-RN e Pirangi-RN. Depositados na coleção de ácaros do Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade e no Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo (DZSJRP).

#### **Morfoespécie 4. Diagnose.**

**Fêmeas e machos** com gnatossoma sub-cônico e faringe mais larga do que longa. **Fêmeas** com setas dorsais setiformes e curtas, seta  $c2$  com cerca de duas vezes o comprimento de  $c1$ ; Setas  $c1$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$  e  $h$  com comprimentos semelhantes. Apódema proesternal conspicuo se aproximando do apódema sejugal, mas não se fundindo a este. Apódema sejugal bem desenvolvido e ininterrupto. Apódema 3 com processo lateral digitiforme; apódemas 4 fundido ao apódema posesternal, ambos bem desenvolvidos. **Machos** com setas  $c1$  e  $d$  alinhadas transversalmente; apódema proesternal pouco desenvolvido, visível apenas até o nível da extremidade posterior do apódema 2, e com interrupção mediana. Apódemas 3, 4 e posesternal bem desenvolvidos e unidos fortemente na extremidade anterior; apódema 5 ausente. Perna IV sem franja.

#### **Descrição**

##### **Fêmea adulta (10 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Fig. 19 e 20) Ovoide cônico, comprimento **31**, 28 (26–31), largura **26**, 26 (24–28), com seta  $dgs$  **9**, 9 (7–11) e  $vgs$  **10**, 8 (7–9), lisas. Palpo curto e robusto, medindo **8**, 7 (6–8), com uma pequena seta subterminal. Faringe com comprimento de **10**, 10 (9–12) e largura de **6**, 6 (5–6) na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig. 19): Com comprimento **183**, 181 (169–188) e largura **112**, 111 (104–116) ao nível da seta *c1*, ovalado. Estigma inserido na lateral do escudo prodorsal. Comprimento das setas dorsais: *v1* **20**, 18 (16–20), *sc1* **14**, 13 (12–14), *sc2* **40**, 37 (31–40), *c1* **14**, 14 (10–15), *c2* **23**, 20 (17–22), *d* **10**, 14 (10–16), *e* **12**, 11 (9–12), *f* **16**, 15 (13–17), *h* **14**, 13 (12–14). Todas as setas setiformes, sendo as setas *v1*, *c1* e *c2* lisas e as setas *sc2*, *d*, *e*, *f* e *h*, levemente serreadas. Seta *sc1* capitada e recoberta por minúsculos espinhos. A distância entre essas setas são: *v1*–*v1* **29**, 27 (24–29), *sc2*–*sc2* **47**, 45 (42–48), *v1*–*sc2* **26**, 26 (24–27), *c1*–*c1* **73**, 68 (63–73), *c2*–*c2* **106**, 99 (95–106), *c1*–*c2* **32**, 29 (26–32), *d*–*d* **42**, 42 (38–46), *e*–*e* **84**, 80 (74–88), *f*–*f* **19**, 18 (12–25), *e*–*f* **34**, 32 (28–40), *h*–*h* **42**, 39 (36–43).

Ventre do idiossoma (Fig.20): Seta *1a* **7**, 7 (5–7), localizada próximo ao apódema 1, com distância entre suas bases de **9**, 9 (8–11); seta *2a* **9**, 9 (8–10) localizada a margem do apódema 2, na região mediana, com distância entre suas bases de **24**, 23 (21–24); seta *3a* **9**, 8 (8–11), localizada um pouco anterior a extremidade proximal do apódema 3 com distância entre suas bases de **27**, 26 (25–28); seta *3b* **11**, 10 (9–11) localizada na extremidade posterior do apódema 4, com distância entre suas bases de **27**, 25 (23–27). Apódema 1 conspícuo, fundido-se ao apódema proesternal. Apódema 2, bem desenvolvido, estendendo-se além da base da seta *2a*, porém não se funde ao apódema proesternal. Apódema proesternal conspícuo, estendendo-se além do nível posterior do apódema 2, no entanto é interrompido antes do apódema sejugal. Apódema sejugal contínuo, dilatado e recurvado nas bordas. Apódema 3, conspícuo estendendo-se desde a região posterior a base de *3a* até a junção com extremidade anterior do trocanter III, e apresentando uma projeção lateral a partir desse ponto. Apódema posesternal conspícuo, com bifurcação na região anterior, estendendo-se desde o nível das bases de *3a* até um pouco além do nível das bases de *3b*. Tégula com comprimento de **5**, 5 (4–7) e largura de **11**, 10 (5–11). Seta *ps*, curta medindo **4**, 4 (3–4) com distância entre suas bases de **16**, 15 (14–16).

Pernas (Fig. 21): perna I: **45**, 42 (40–45), perna II: **42**, 40 (38–42), perna III: **49**, 45 (43–49) e perna IV: **34**, 34 (31–38). Número de setas no fêmur, genu, tibia e tarso (solenídios entre parênteses). Perna I: 4-4-6 (2) + 7 (1), perna II: 3-3-4-6 (1), perna III: 1+3-4-3, perna IV: 1+1-1+1. Solenídio tarsal  $\omega$  do tibiotarso I **4**, 4 (4–5), robusto, mais largo mediantemente. Grupo sensorial da tibia I completo,  $\phi 1$  **4**, 4 (3–4) delgado, liso e capitada,  $\phi 2$  **3**, 3 (2–3), baciliforme e famulus  $k$  **5**, 4 (4–5), todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta  $d$  da tibia I **29**, 27 (26–29), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II medindo **4**, 3 (3–4), delgado mais largo mediantemente. Seta  $pl''$  **4**, 4 (4–5). Seta  $d$  da tibia II **21**, 19 (18–21) lisa. Femurogeno IV **25**, 24 (23–26), tibiotarso IV **9**, 9 (9–13). Tamanho das setas da perna IV:  $v'F$  **11**, 9 (7–11),  $v'G$  **14**, 14 (14–15),  $v'Ti$  **23**, 20 (18–23),  $tc''$  **61**, 60 (55–62), todas as setas lisas.

#### **Macho adulto (5 espécimes mensurados).**

Gnatossoma (Fig. 22 e 23): Ovoide cônico, comprimento **25**, 25 (22–27), largura **23**, 23 (22–26), com seta  $dgs$  **8**, 8 (8–9) e  $vgs$  **8**, 8 (7–9), ambas lisas; seta  $pp$  não foi observada. Palpo robusto, medindo **7**, 7 (6–8). Faringe com comprimento de **9**, 9 (8–9) e largura de **5**, 5 (5–6) na região mais ampla.

Dorso do idiossoma (Fig. 22): Com comprimento **127**, 126 (121–135) e largura **78**, 77 (70–83), com algumas pontuações. Escudo prodorsal subtriangular. Comprimento das setas dorsais:  $v1$  **24**, 23 (21–25),  $v2$  **14**, 13 (10–14),  $sc1$  **38**, 39 (35–44),  $sc2$  **30**, 29 (27–30),  $c1$  **25**, 23 (17–25),  $c2$  **28**, 28 (25–31),  $d$  **20**, 19 (15–20),  $f$  **9**, 8 (6–11). Todas as setas são setiformes e levemente serreada. A distância entre essas setas são:  $v1-v1$  **11**, 11 (11–12),  $v2-v2$  **23**, 22 (21–23),  $sc1-sc1$  **30**, 30 (29–32),  $sc2-sc2$  **47**, 47 (46–50),  $v1-v2$  **9**, 10 (9–11),  $v2-Sc2$  **15**, 17 (15–19),  $sc1-sc2$  **9**, 9 (8–10),  $c2-c2$  **85**, 83 (75–93),  $c1-c1$  **71**, 69 (61–76),  $d-d$  **31**, 29 (25–33),  $c1-d$  **21**, 19 (17–20),  $c1-c2$  **35**, 37 (34–40),  $f-f$  **19**, 20 (19–20).

Ventre do idiossoma (Fig. 23). Seta *1a* **8**, 8 (8–9) localizada entre o centro da placa coxisternal 1 e a região de fusão entre os apódemas 1 e posesternal, com distância entre suas bases de **11**, 11 (10–11); seta *2a* **11**, 10 (10–11) localizada na região central da placa coxisternal 2, com distância entre suas bases de **27**, 26 (21–28); seta *3a* **15**, 13 (12–15), localizada próximo às extremidades anteriores dos apódemas 3 e 4, com distância entre suas bases de **49**, 47 (41–50); seta *3b* **13**, 13 (12–13) localizada próximo ao comprimento médio dos apódemas 4, distância entre suas bases **48**, 45 (38–49). Apódema 1 conspícuo, bifurcado anteriormente e fundidos posteriormente ao apódema proesternal. Apódema 2 longo e conspícuo, não fundido ao apódema proesternal. Apódema proesternal conspícuo, interrompido medialmente, estendendo-se até próximo ao apódema sejugal, porém não se unindo a este. Apódema sejugal contínuo. Pontuações na região anterior ao apódema sejugal. Apódema 3 e 4 bem desenvolvidos e unidos. Apódema 5 ausente. Apódema posesternal conspícuo, unido anteriormente ao apódema 4. Placas coxais III e IV com pontuações, no entanto bem distribuídas na placa III e na placa IV apenas na proximidade da seta *3b*.

Pernas (Fig. 24): perna I **46**, 48 (46–52), perna II **45**, 45 (44–48), perna III **49**, 50 (47–54) e perna IV **47**, 44 (35–51). Número de setas no fêmur, genu, tíbia e tarso (solenídio em parênteses): perna I: 4-4-7(2)-7(1); perna II: 3-3-4-5(1), perna III 1-3-4-5, perna IV 1+2-1(1)+3; Solenídio tarsal  $\omega$  I 4, baciliforme. Conjunto sensorial da tíbia I completo, solenídio  $\varphi$  I **4**, 4(3–4) capitada, solenídio  $\varphi$  2 3, levemente robusto e famulus *k* 5, todos inseridos aproximadamente no mesmo nível. Seta *d* da tíbia **26**, 26 (25–28), lisa. Solenídio  $\omega$  do tarso II **4**, 4 (4–5), robusto, mais largo mediamente. Seta *d* da tíbia II **17**, 20 (17–21), levemente serreada. Trocanter IV mais largo do que longo, com margem anterior **16**, 16 (13–20) e posterior **10**, 10 (9–11) e seta *v'* **12**, 13 (11–15), lisa. Femurogeno IV **41**, 37 (36–41) de comprimento e **23**, 22 (17–25) de largura. Seta *v'F* **7**, 7 (5–9), lisa. Setas *v'G* **30**, 27 (23–32) e *l'G* **30**, 27 (22–30) levemente serreadas. Tibiotarso **6**, 6 (4–8). Seta *v'Ti* **37**, 38

(37–41) levemente serreada. Solenídio  $\phi$  4,4 (4–5) em forma de bastão. Setas  $tc''$  9, 9 (7–9),  $u'$  7, 6 (6–7) e  $pv''$  5, 6 (5–6). Garra curta.

**Espécimes estudados.** Dez fêmeas e cinco machos coletados de *C. nucifera*, Igarassu- PE. Depositados na coleção de ácaros do Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Departamento de Agronomia, Área de Fitossanidade e no Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo (DZSJRP).

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa.

### **Literatura Citada**

- Beer, R.E. 1954.** A revision of the Tarsonemidae of the western hemisphere (Order Acarina). Kansas, The University of Kansas Science Bulletin, 296p.
- Buosi, R., R.J.F Feres, A.R. Oliveira, A.C. Lofego & F.A. Hernandez. 2006.** Ácaros Plantícolas (Acari) da “Estação Ecológica de Paulo de Faria”, Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotrop. 6: 1-20.
- De Leon, D. 1956.** Four new Acarina in the family Tarsonemidae. Fla. Entomol. 39: 105-112.
- Flechtmann, C.H.W. 1971.** Alguns Trombidiformes do Brasil e do Paraguai (Acari). Tese de doutorado, Esalq, São Paulo, 63p.
- Gondim Jr., M.G.C. & J.V. Oliveira. 2001.** Ácaros de fruteiras tropicais: importância econômica, identificação e controle, p. 317-355. In S.J. Michereff & R. Barros (Org.), Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife, UFRPE, Imprensa Universitária, 424p.
- Hountondji, F.C.C., G.J. Moraes & H. Al-Zawamri. 2010.** Mites (Acari) on coconut, date palm and associated plants in Oman. Syst. Appl. Acarol. 15: 228-234.



- Khaustov, A.A. & V.V. Abramov. 2017.** A new genus and species of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) associated with *Aradus betulae* (Heteroptera: Aradidae) from European Russia. *Acarologia* 57: 1079- 1087.
- Lawson-Balagbo, L.M., M.G.C. Gondim Jr., G.J. Moraes, R. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. *Bull. Entomol. Res.* 98: 83-96.
- Lindquist, E.E. 1986.** The World Genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a Morphological, Phylogenetic and Systematic Revision, with classification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Entomol. Soc. Can.* 118: 1-517.
- Lin, J.Z. & Z.Q. Zhang. 2002.** Tarsonemidae of the World: Key to Genera, Geographical, Distribution, Systematic Catalogue & Annotated Bibliography. London, Systematic and Applied Acarology Society, 440 p.
- Lofego, A.C., F.C.C. Hountondji, A. Al-Shanfarib & G.J. Moraes. 2011.** Incidence of tarsonemid mites on *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) from Oman with description of a new species of *Nasutitarsonemus* Beer & Nucifora (Acari: Tarsonemidae). *J. Nat. Hist.* 45: 461-474.
- Lofego, A.C. & G.J. Moraes, 2006.** Ácaros (Acari) associados a mirtáceas (Myrtaceae) em áreas de cerrado no estado de São Paulo com análise faunística das famílias *Phytoseiidae* e *Tarsonemidae*. *Notrop. Entomol.* 35: 731-746.
- Lofego, A.C., J.M. Rezende, R.L.C. Verona & R.J.F. Feres. 2013.** Mites (Acari) associated with three species of the genus *Jatropha* (Euphorbiaceae) in Brazil, with emphasis on *Jatropha curcas*. *Syst. Appl. Acarol.* 18:411-423.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* 11: 195-203.
- Lofego, A.C., P.R. Demite & G.J. de Moraes. 2015.** A new genus and species of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) from the Atlantic Forest, Brazil. *Zootaxa* 3986: 651-568.
- Lofego A.C. & R.J.F. Feres. 2006.** A new genus and species of tarsonemid mite (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. *Zootaxa* 1299: 45-55.
- Lofego, A.C., R. Ochoa & G.J. de Moraes. 2005.** Some tarsonemid mites (Acari: Tarsonemidae) from the Brazilian “Cerrado” vegetation, with descriptions of three new species. *Zootaxa* 823: 1-27.
- Lofego, A.C., T. Pitton & J.M. Rezende. 2016.** A new genus and new species of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata) from the Brazilian rainforests. *Syst. Appl. Acarol.* 21: 307-19.
- Magowski, W.L. 2010.** *Schaarschmidtia*, a new subgenus of the genus *Tarsonemus* Canestrini & Fanzago, 1876 (Acari: Heterostigmatina: Tarsonemidae) - a systematic review of the mite taxon

associated with subcortical coleopteran insects, with notes on its host affiliation, ecology and biogeography. Polish. J. Entomol. 79:1-176.

**Magowski, W.L. & A.A. Khaustov. 2006.** Two new species of *Tarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) associated with Bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) from Crimea, Ukraine. Zootaxa 1359: 31-55.

**Magowski, W.L., A. Palma & A.A. Khaustov. 1998.** *Ununguitarsonemus rarus* (Acari Tarsonemidae) a new species of mite associated with bark beetle from Crimea, Ukraine. Entomologica-Bari 32: 139-151.

**Magowski, W.L., D. Diduszkova & A. Ahadiyat. 2007.** A new species of the genus *Tarsonemus* Canestrini Fanzago, 1876 (Acari: Tarsonemidae) associated with *Scolytus amygdali* (Coleoptera: Scolytidae) a pest of fruit trees in Iran. Polish. J. Entomol. 76: 225-237.

**Magowski, W.L., E.E. Lindquist & J.C. Moser. 2005.** *Giselia arizonica*, a new genus and species of mite (Acari: Tarsonemidae) associated with bark beetles of the genus *Pseudopityphthorus* (Coleoptera: Scolytidae) in North America. Can. Entomol. 137: 648-656.

**Magowski, W.L. & J.C. Moser. 2003.** Redescription of *Tarsonemus minimax* and definition of its species group in the genus *Tarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) with descriptions of two new species. Ann. Entomol. Soc. Am. 96: 345-368.

**Nascimento, J.M., G. Reis-Avila, M.S. Dutra, D.E. Silva, L.C. Castro & N.J. Ferla. 2016.** Seasonal and environmental variations in community structure of house dust mites (Acari) in subtropical southern Brazil. Int. J. Acarol. 43: 86-90.

**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.

**Ochoa, R., R.L. Smiley, & J.L. Saunders. 1991.** The family Tarsonemidae in Costa Rica (Acari: Heterostigmata). Int. J. Acarol. 17: 41-86.

**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.

**Seeman, O.D, E.E Lindquist & R.W. Husband. 2018.** A new tribe of tarsonemid mites (Trombidiformes: Heterostigmatina) parasitic on tetrigid grasshoppers (Orthoptera). Zootaxa 4418: 001-054.

**Sousa, A.S.G., J.M. Rezende, A.C. Lofego, G. Bauchan, C. Gulbranson & A.R. Oliveira. 2020.** Two new species of *Tarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Bahia, Brazil. Syst. Appl. Acarol. 25: 986-1012.

**Sousa, J.M., M.G.C. Gondim Jr., R. Barros & J.V. Oliveira. 2005.** Mites in stored foods commercialized in supermarkets and markets in Recife. *Neotrop. Entomol.* 34:303-309.

**Suski, Z.W. 1967.** Badania nad roztoczami z rodziny Tarsonemidae (Acarina, Heterostigmata) występującymi na jabłoniach w Polsce. Skierniewice, Institute of Pomology and Floriculture, 268 p.

**Walter, D.E., E.E. Lindquist, I.M. Smith, D.R. Cook & G.W. Krantz. 2009.** Order Trombidiformes, p. 233-420. In G.W. Krantz, D.E. Walter (eds), *A manual of Acarology*. Lubbock, Texas Tech University Press, 807p.

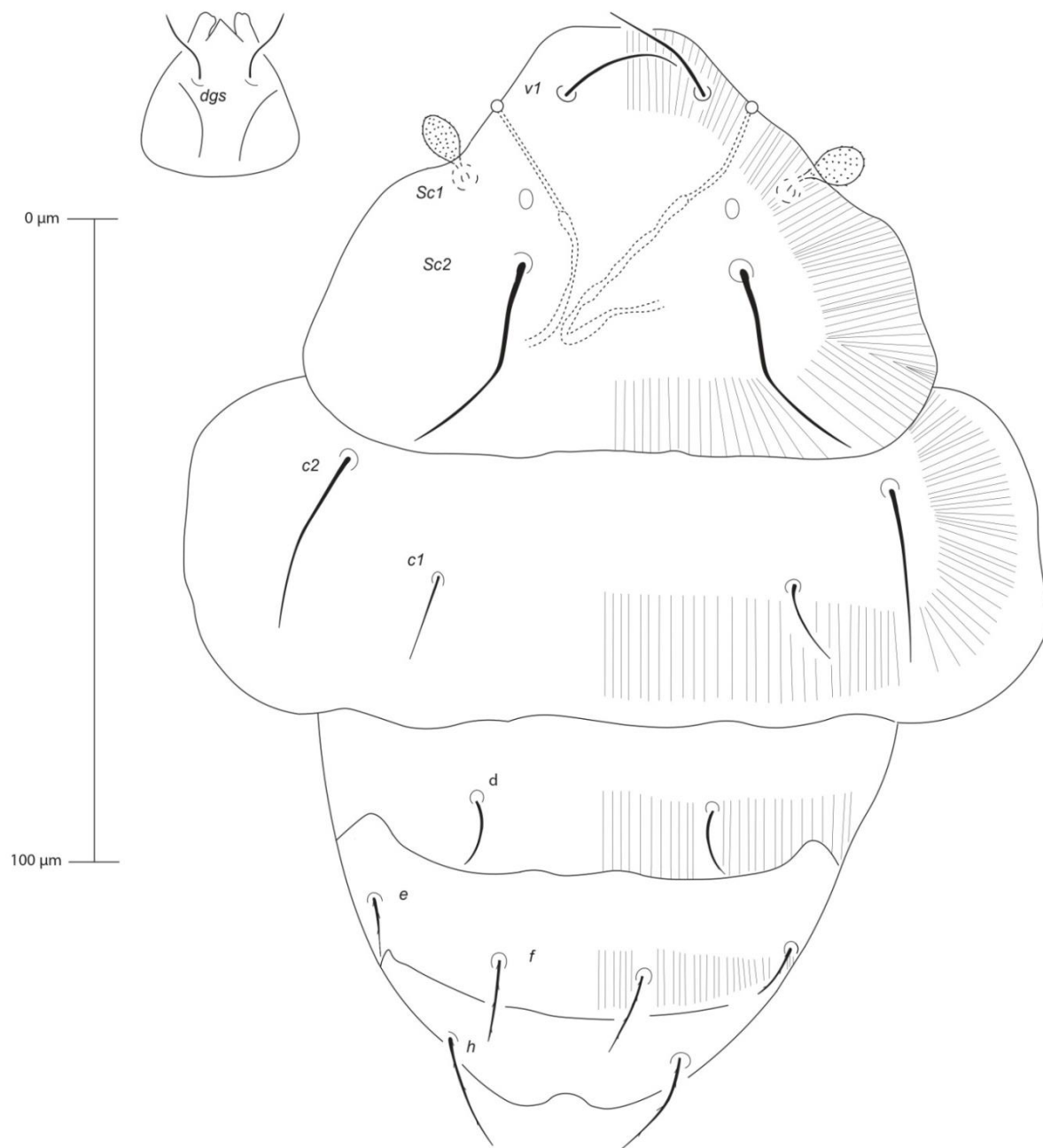


Figura 1. Morfoespécie 1 (fêmea). Escudo dorsal.

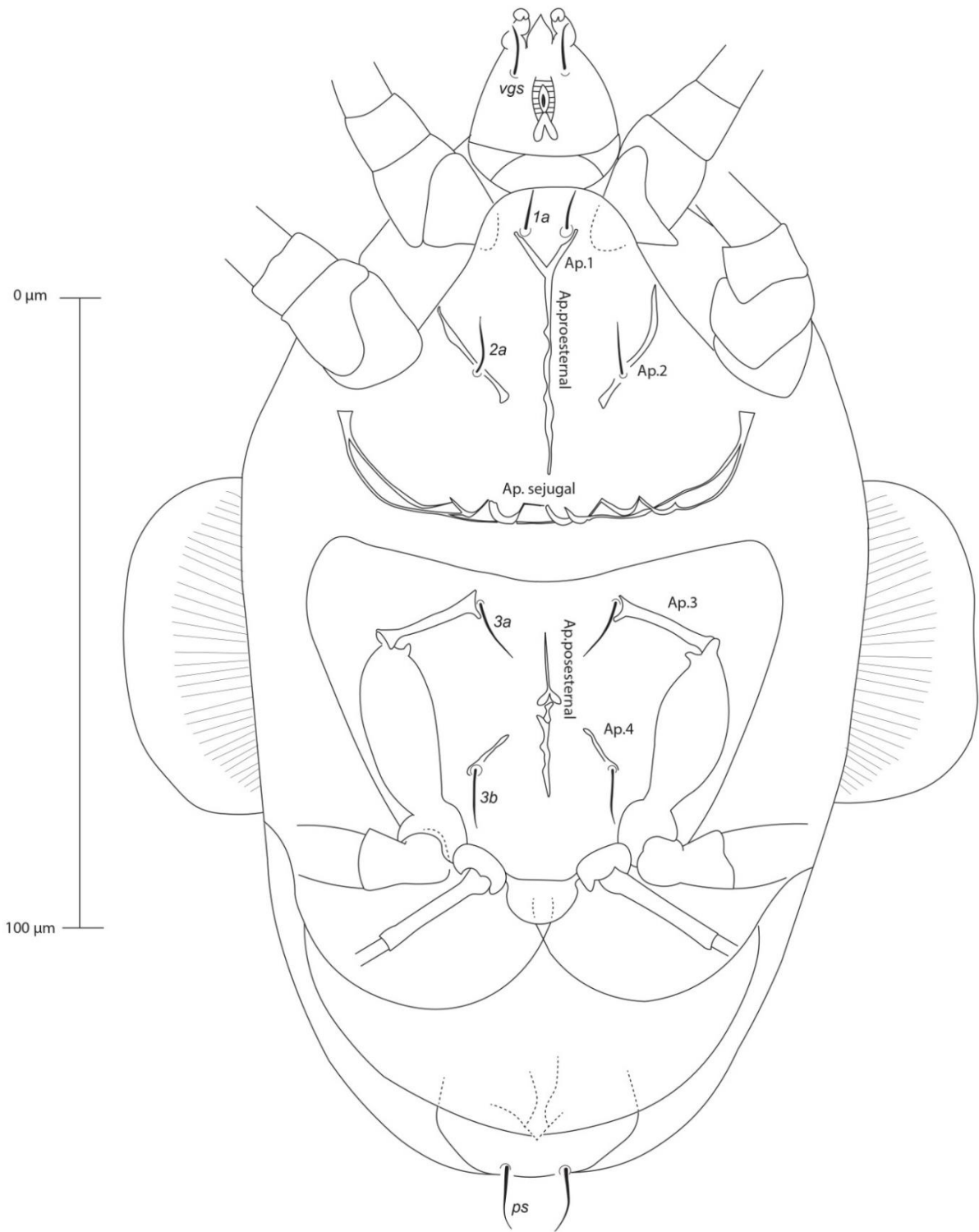


Figura 2. Morfoespécie 1 (fêmea). Escudo ventral.

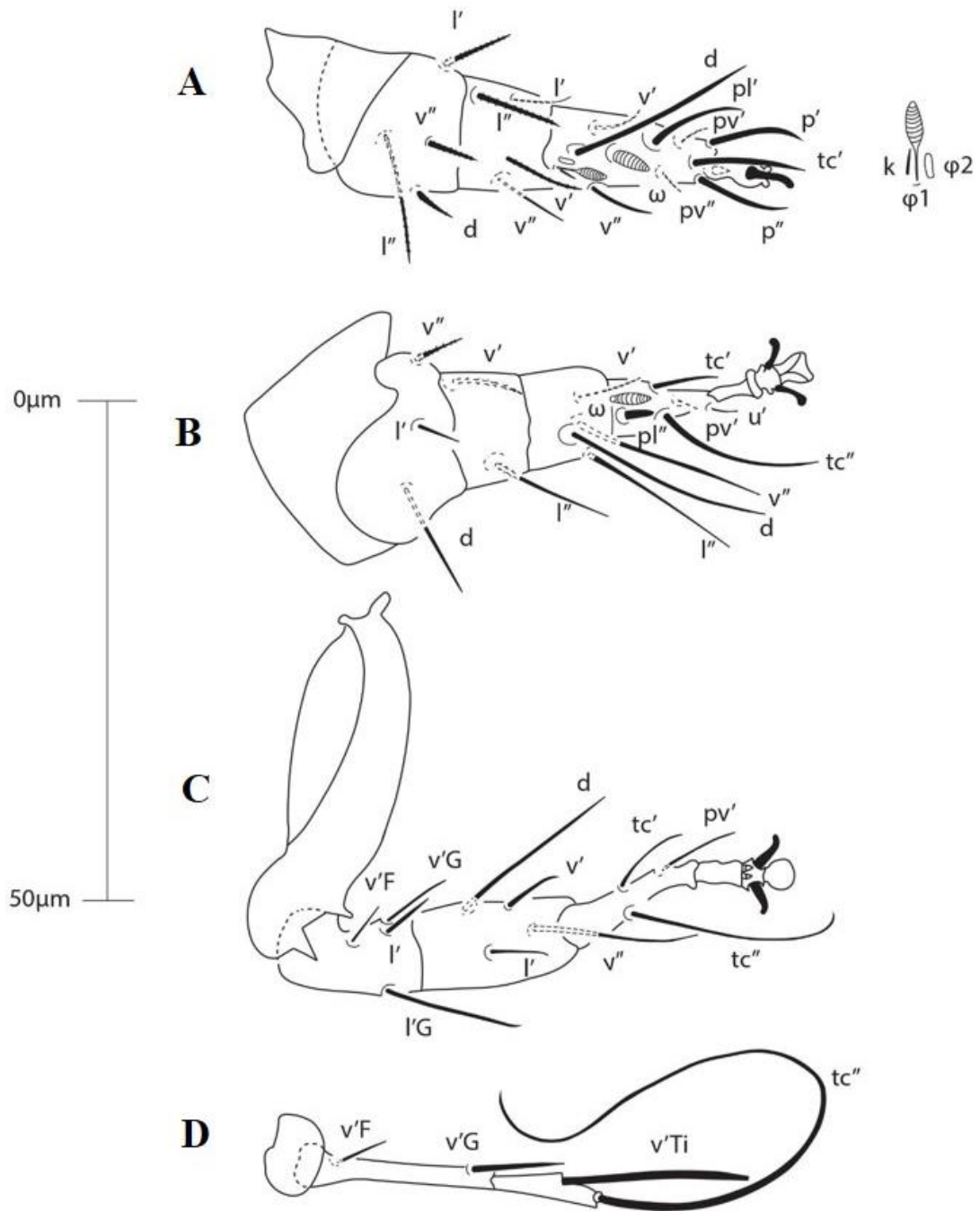


Figura 3. Morfoespécie 1 (fêmea). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D- perna IV.

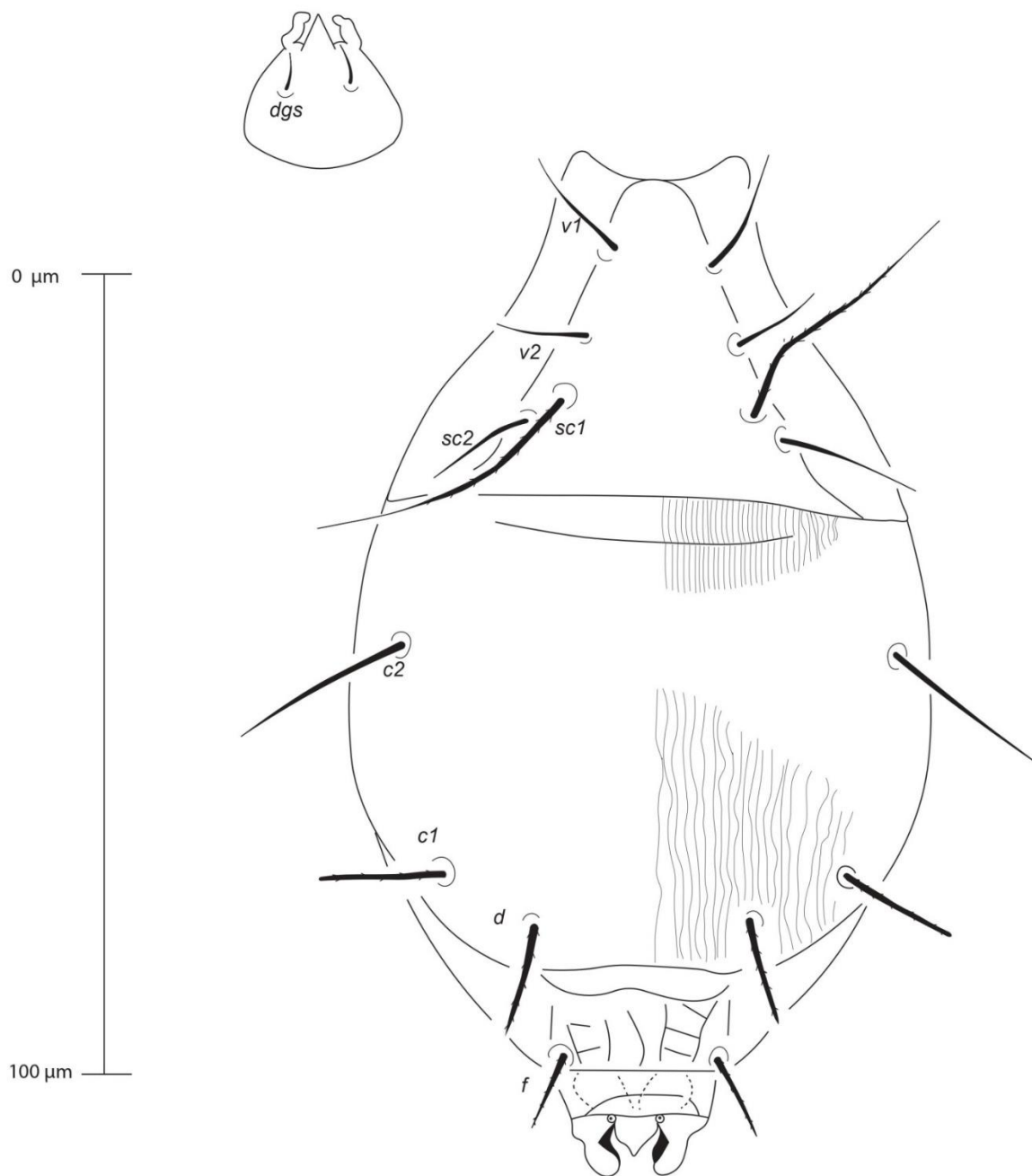


Figura 4. Morfoespécie 1 (macho). Escudo dorsal.

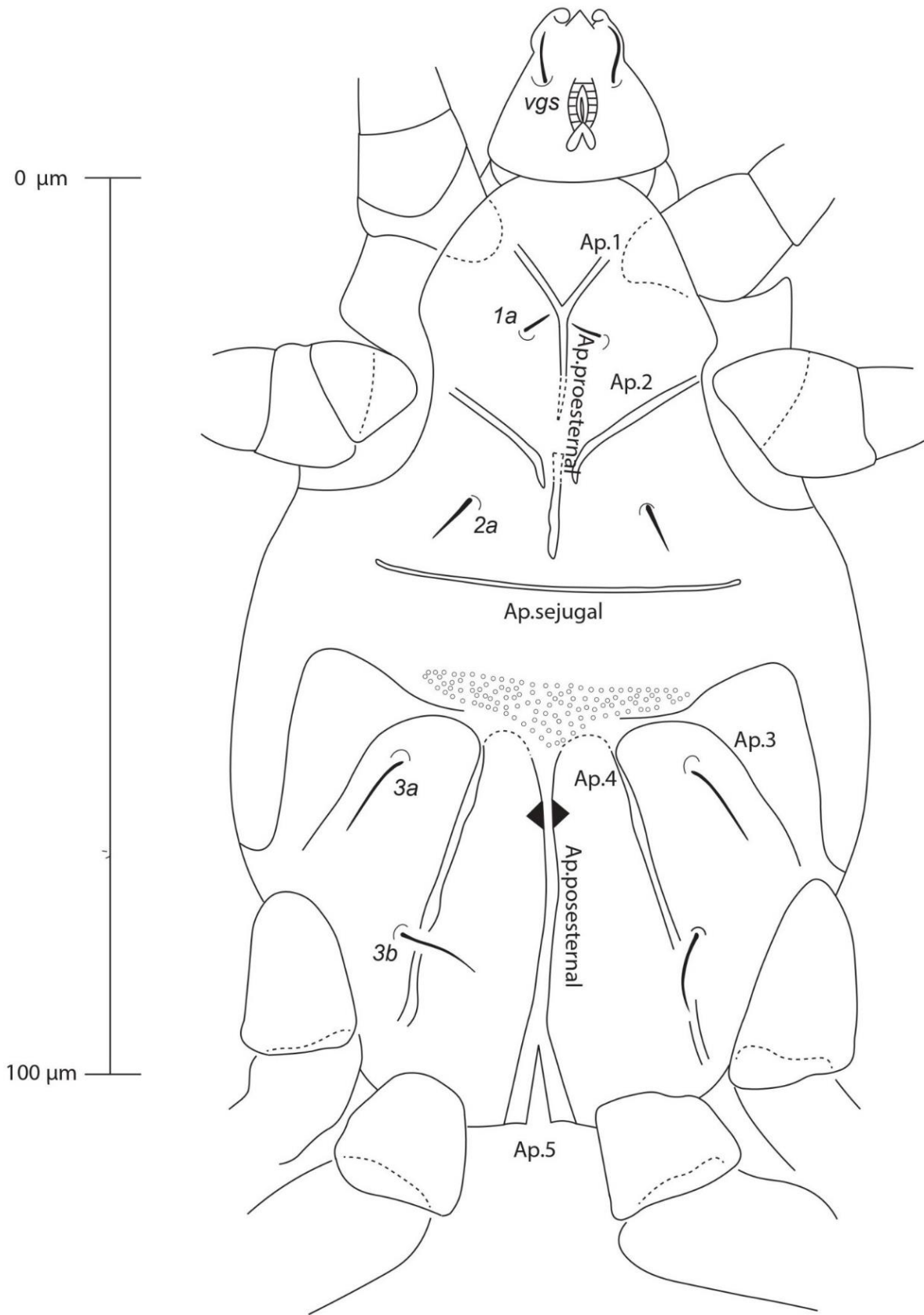


Figura 5. Morfoespécie 1 (macho). Escudo ventral.



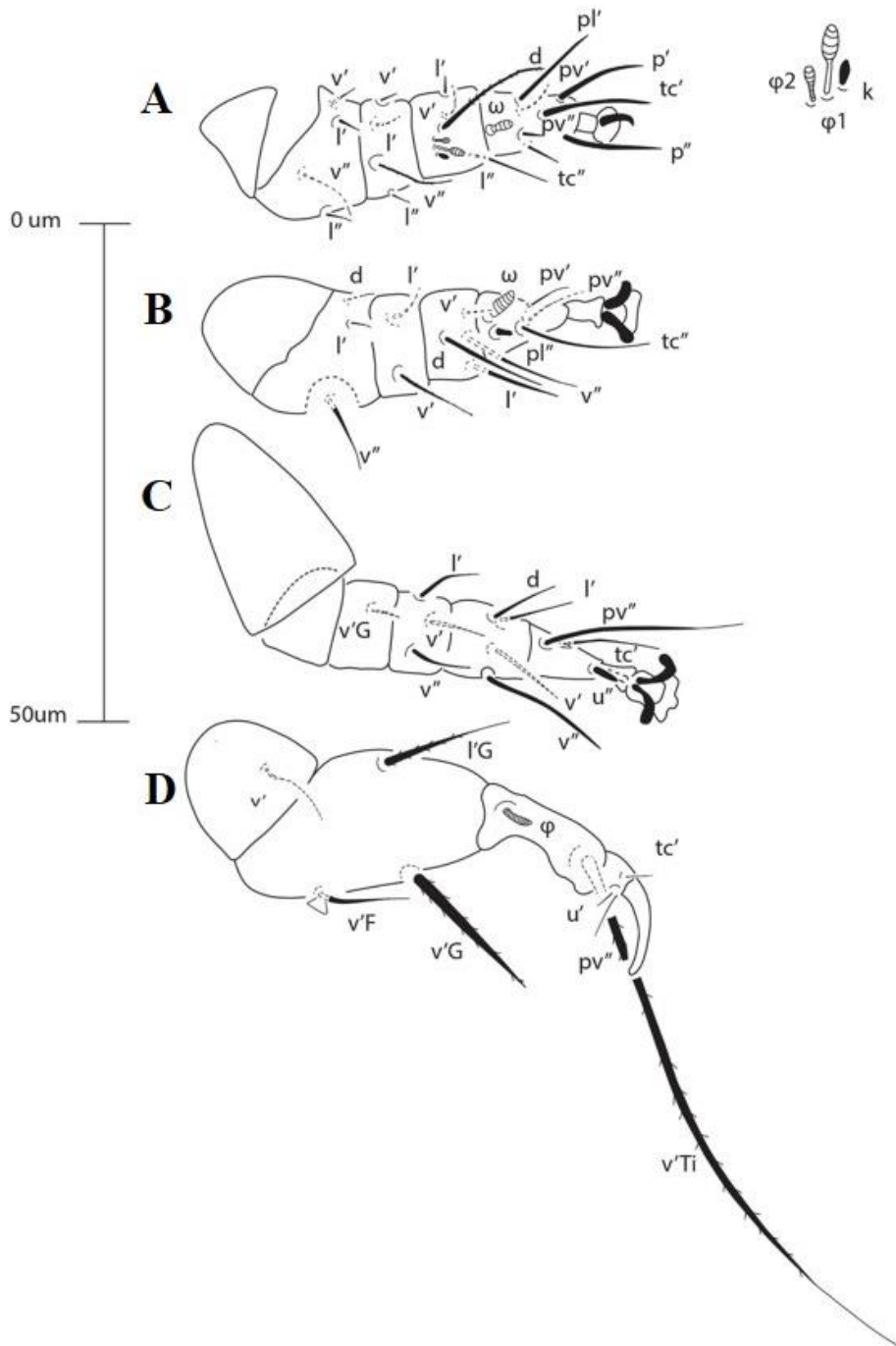


Figura 6. Morfoespécie 1 (macho). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D-perna IV.

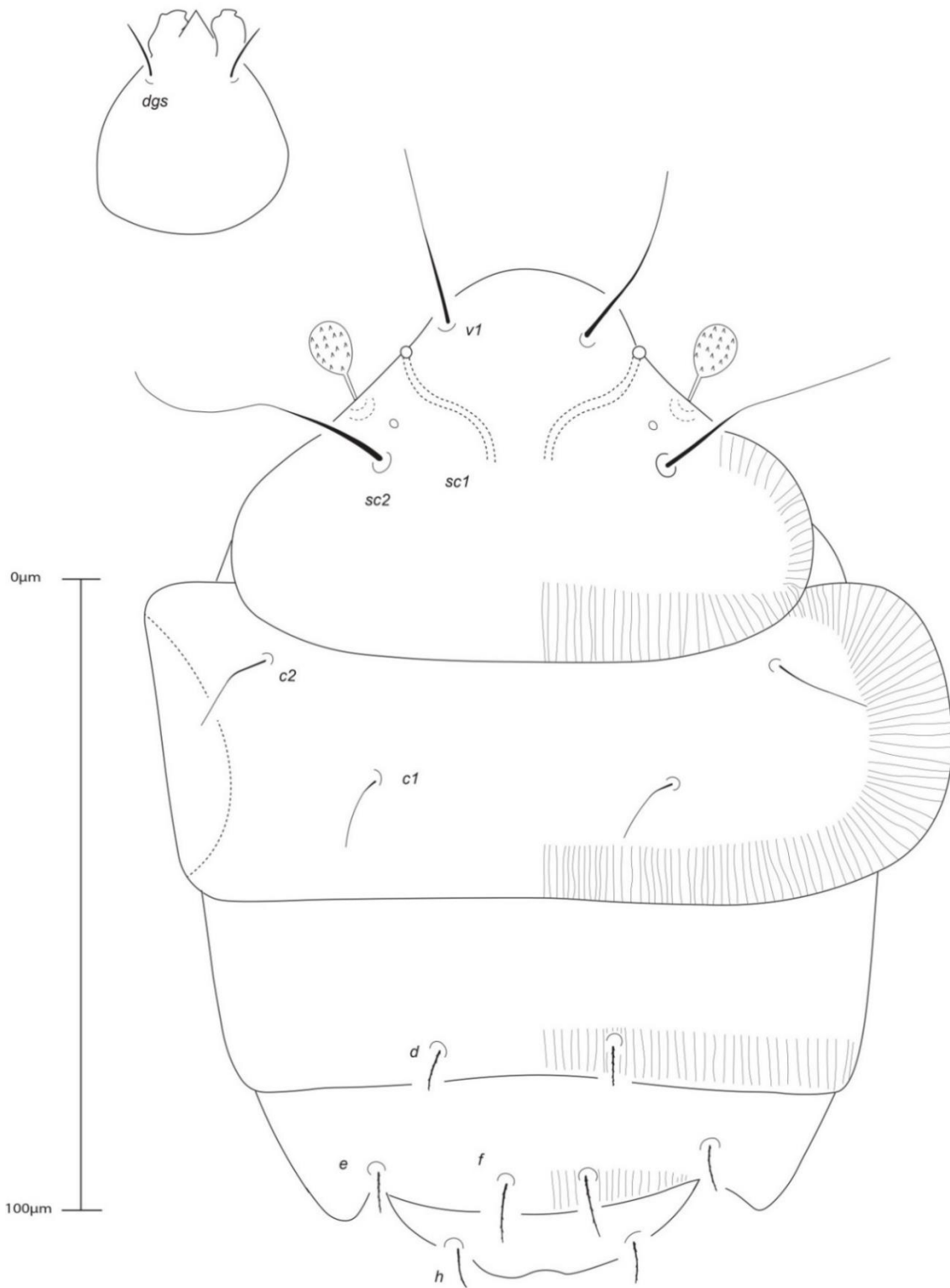


Figura 7. Morfoespécie 2 (fêmea). Escudo dorsal.

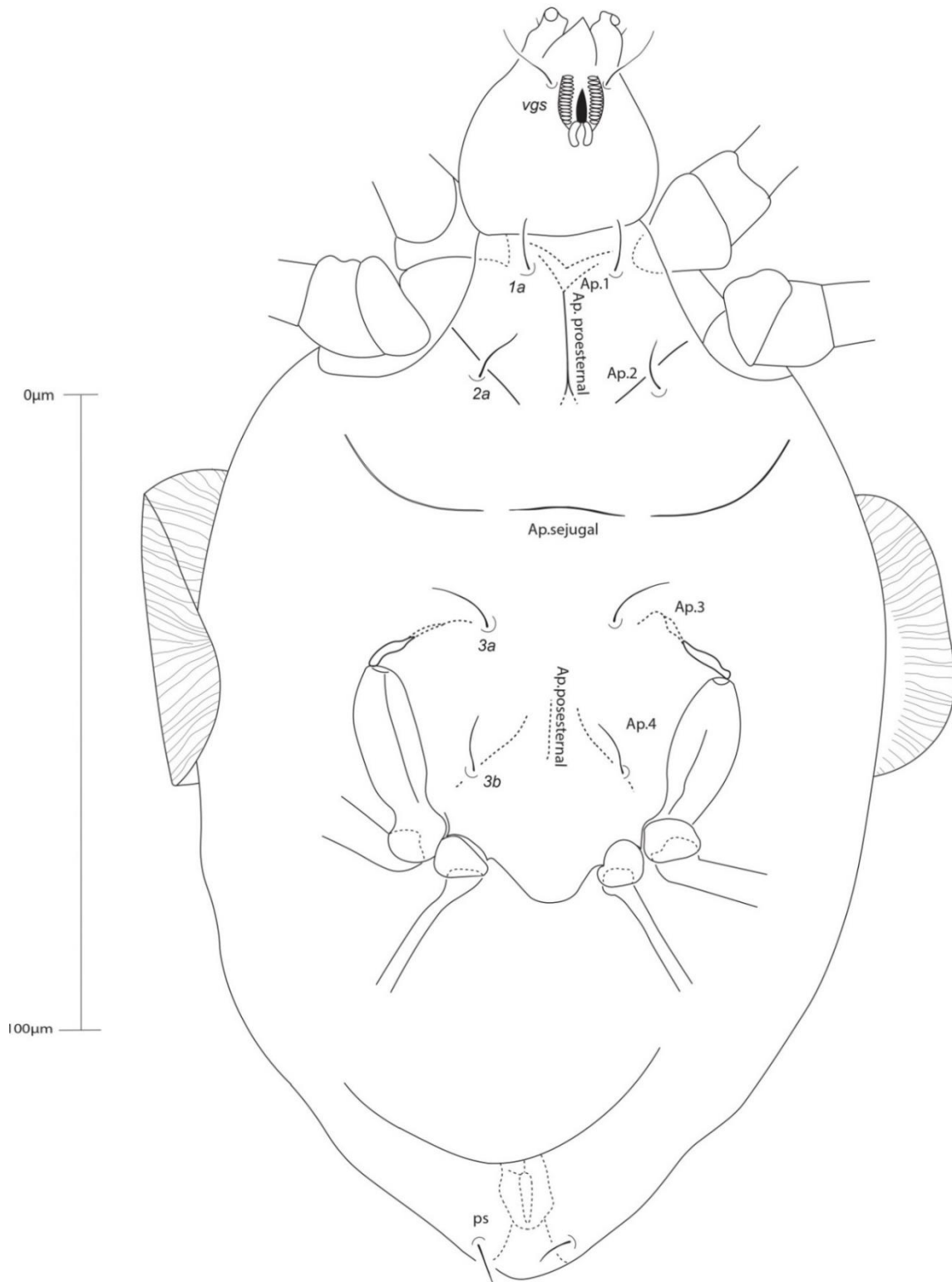


Figura 8. Morfoespécie 2 (fêmea). Escudo ventral.

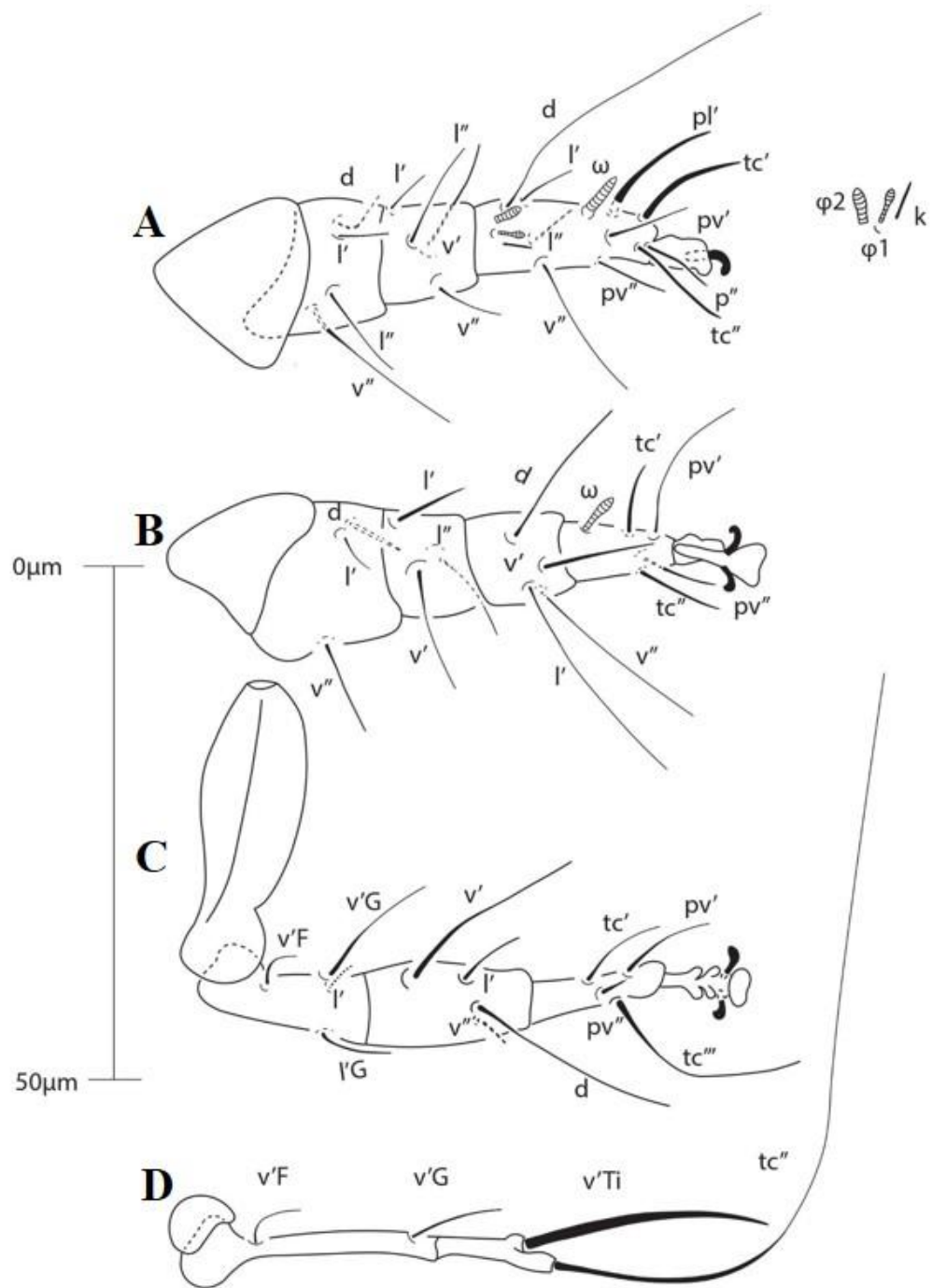


Figura 9. Morfoespécie 2 (fêmea). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D-perna IV.

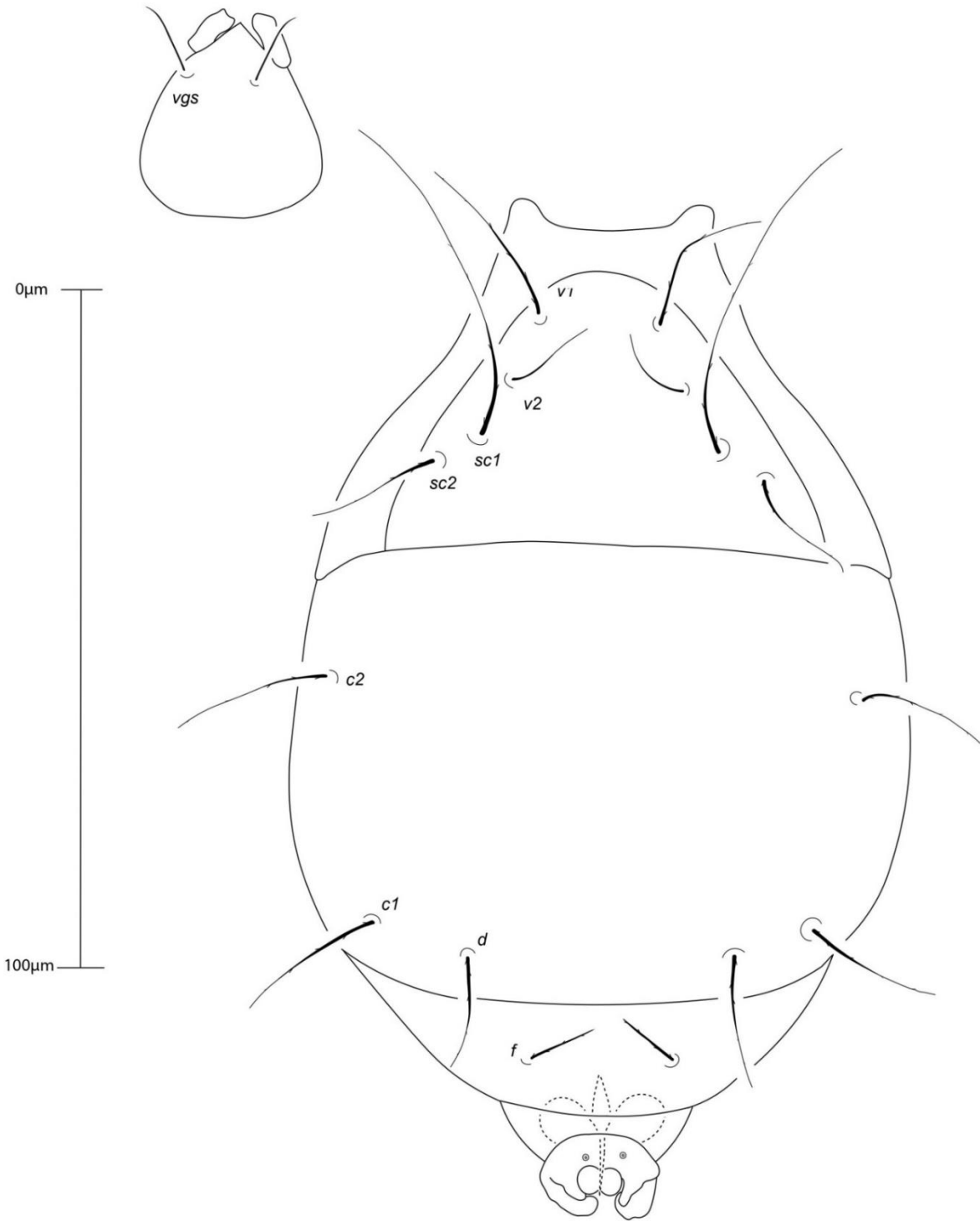


Figura10. Morfoespécie 2 (macho). Escudo dorsal.

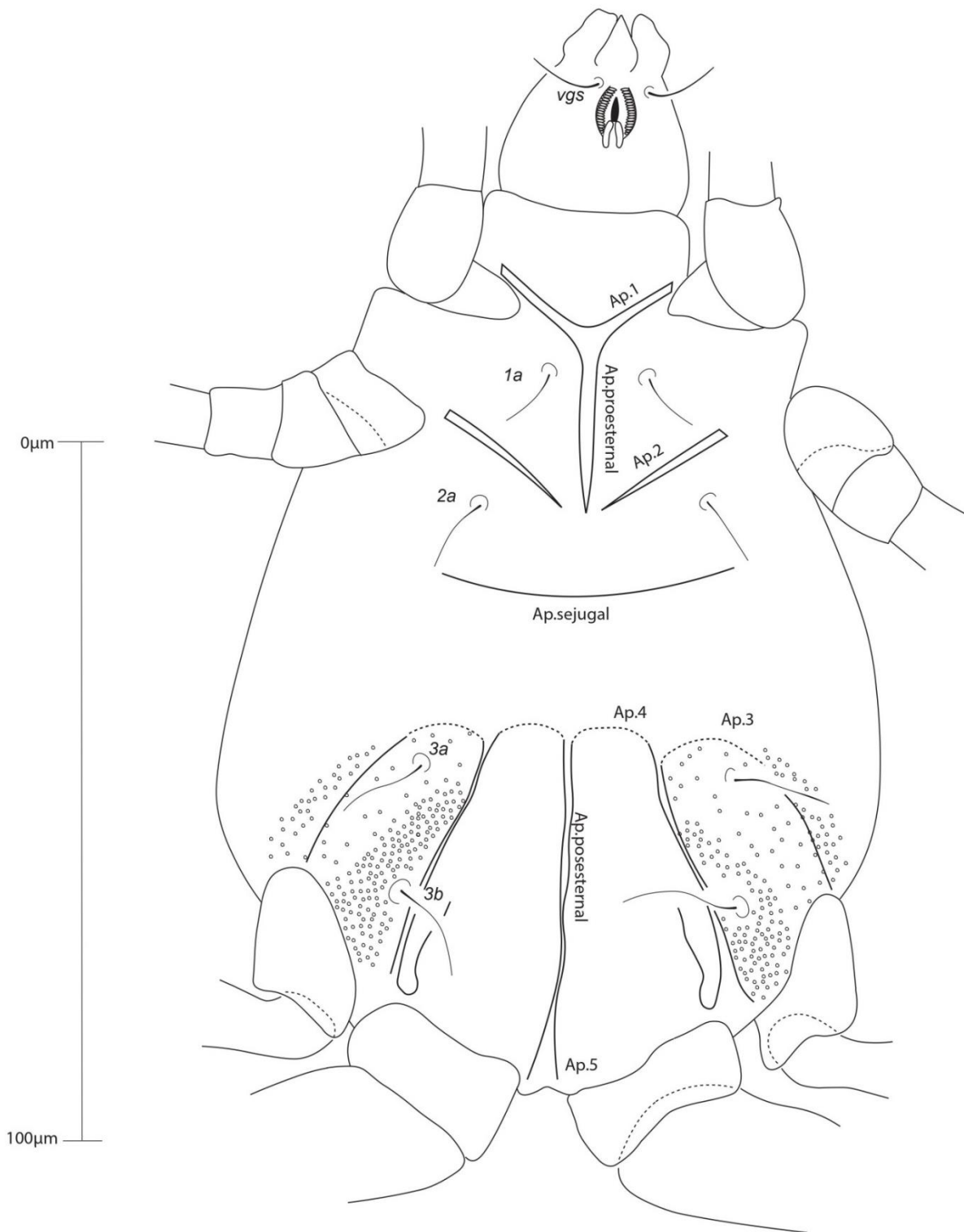


Figura 11. Morfoespecie 2 (macho). Escudo ventral.

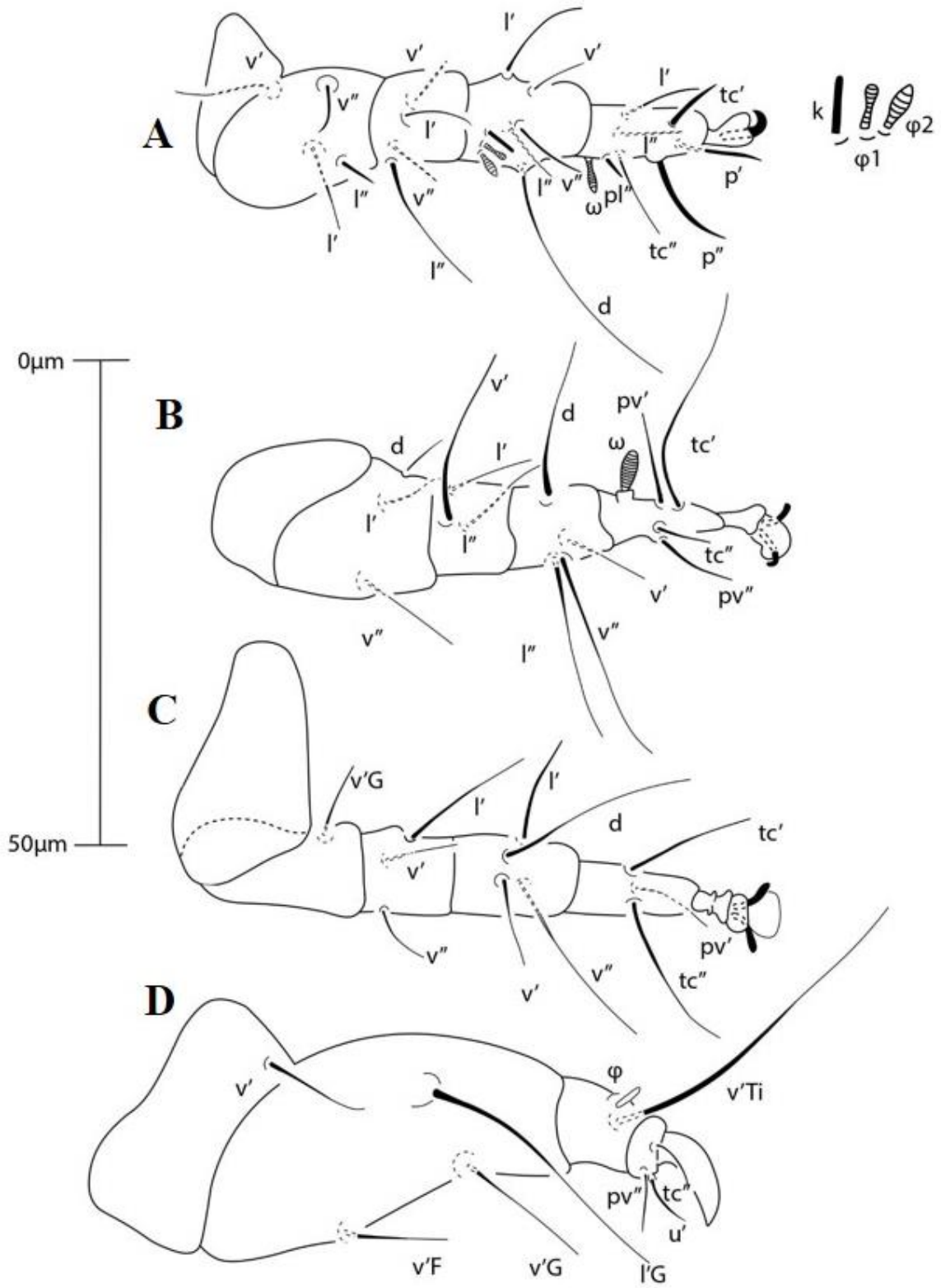


Figura 12. Morfoespécie 2 (macho). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D- perna IV.

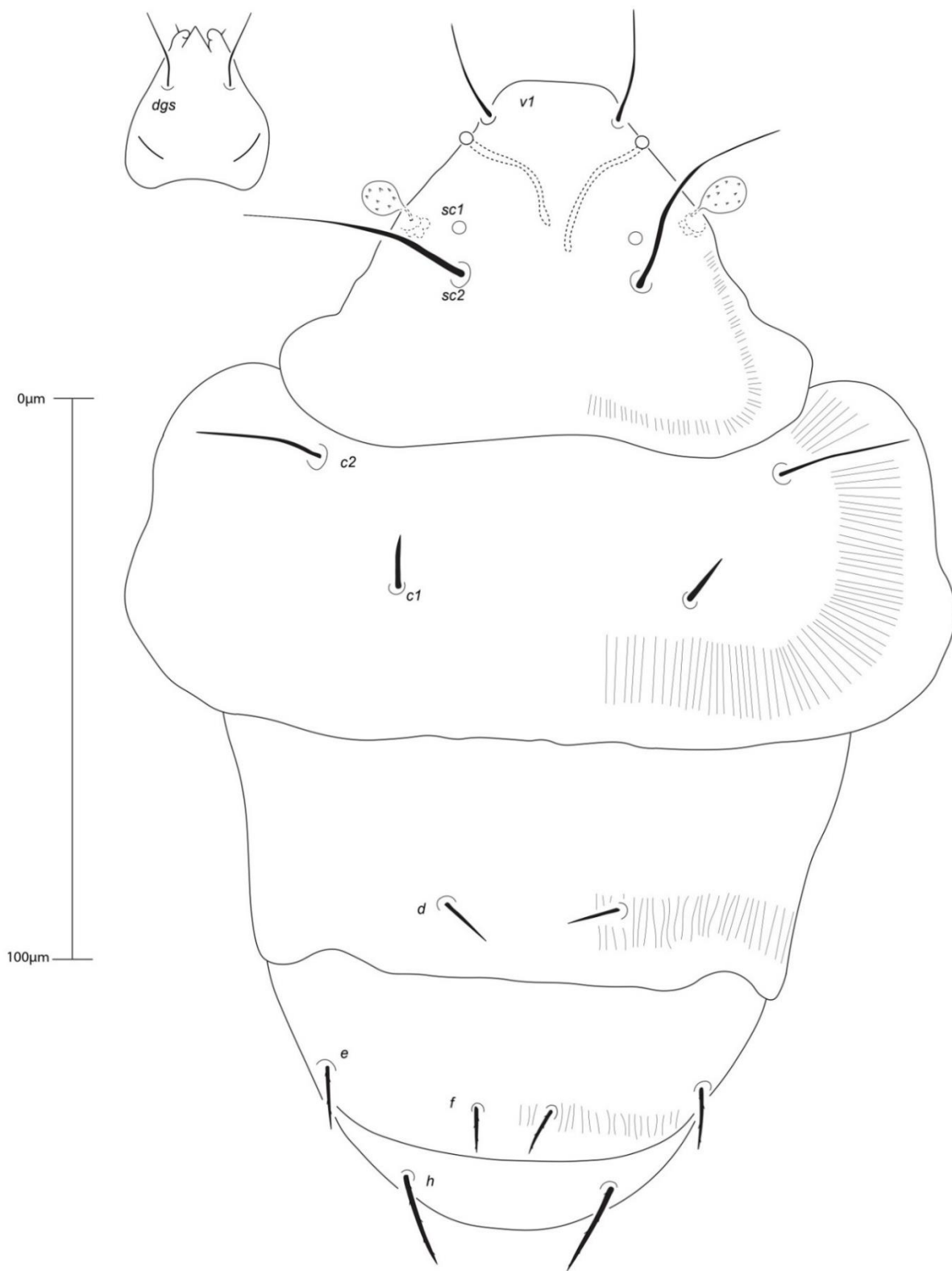


Figura 13. Morfoespécie 3 (fêmea). Escudo dorsal.



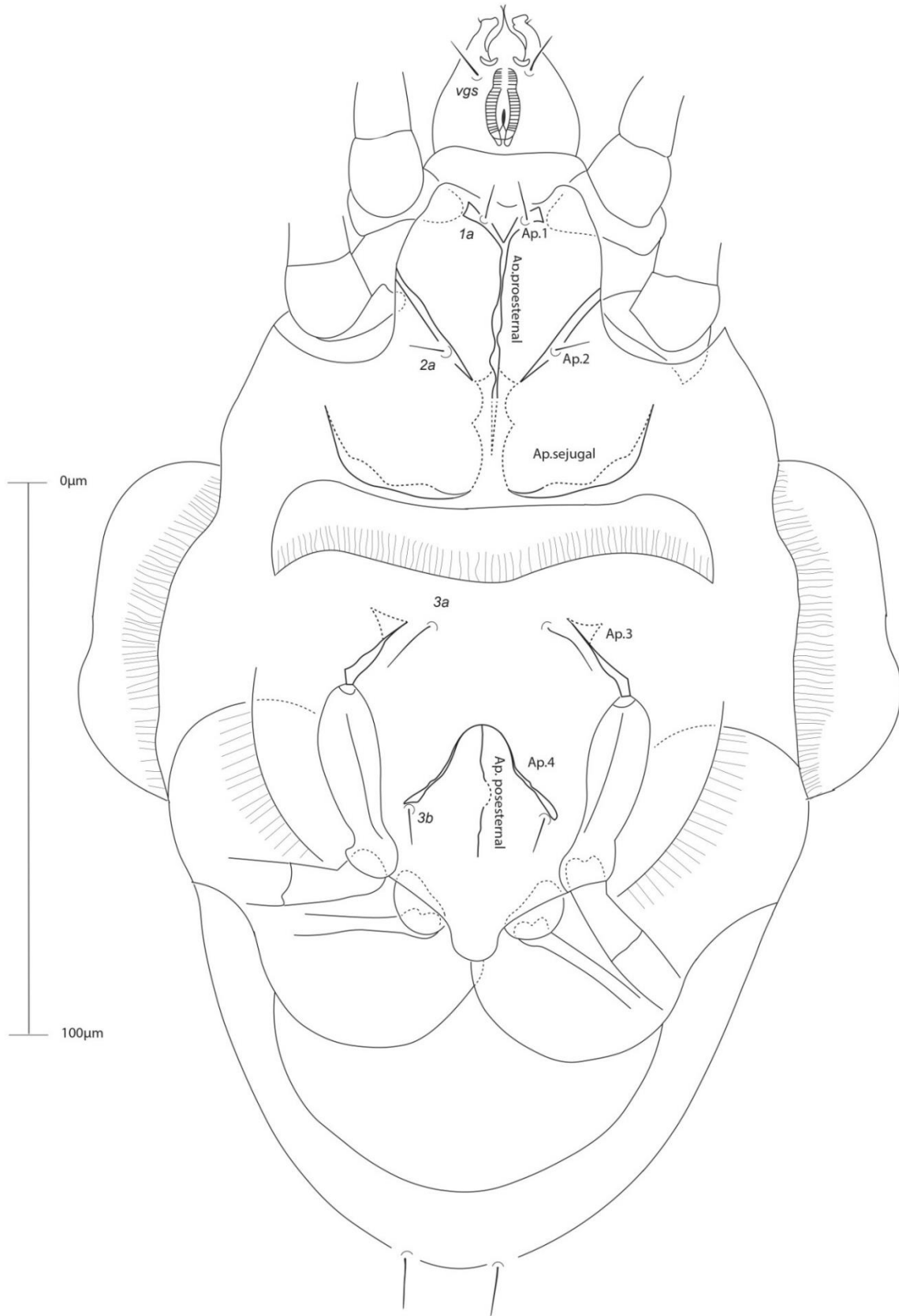


Figura14. Morfoespécie 3 (fêmea). Escudo ventral.

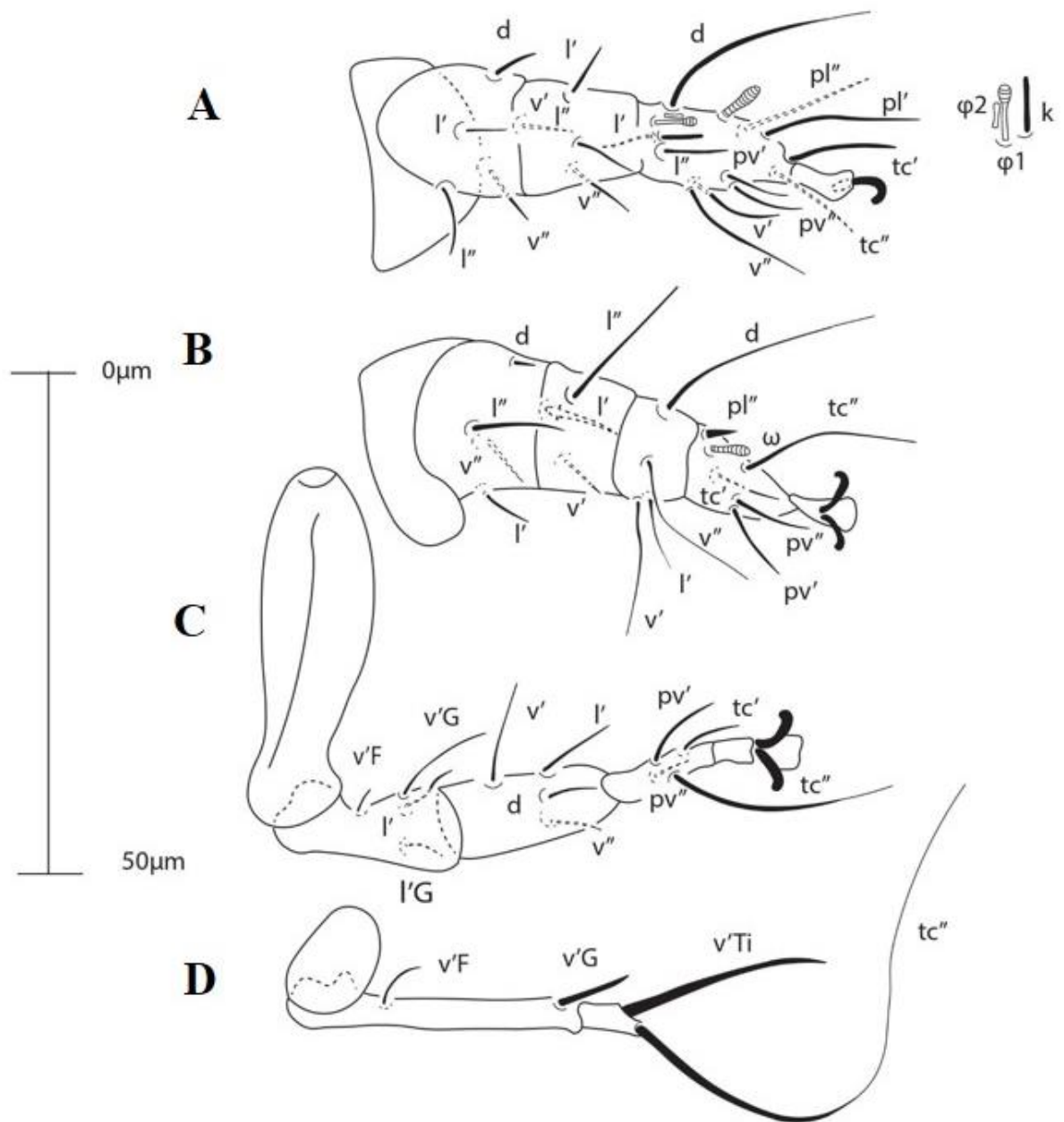


Figura 15. Morfoespécie 3 (fêmea). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D- perna IV.

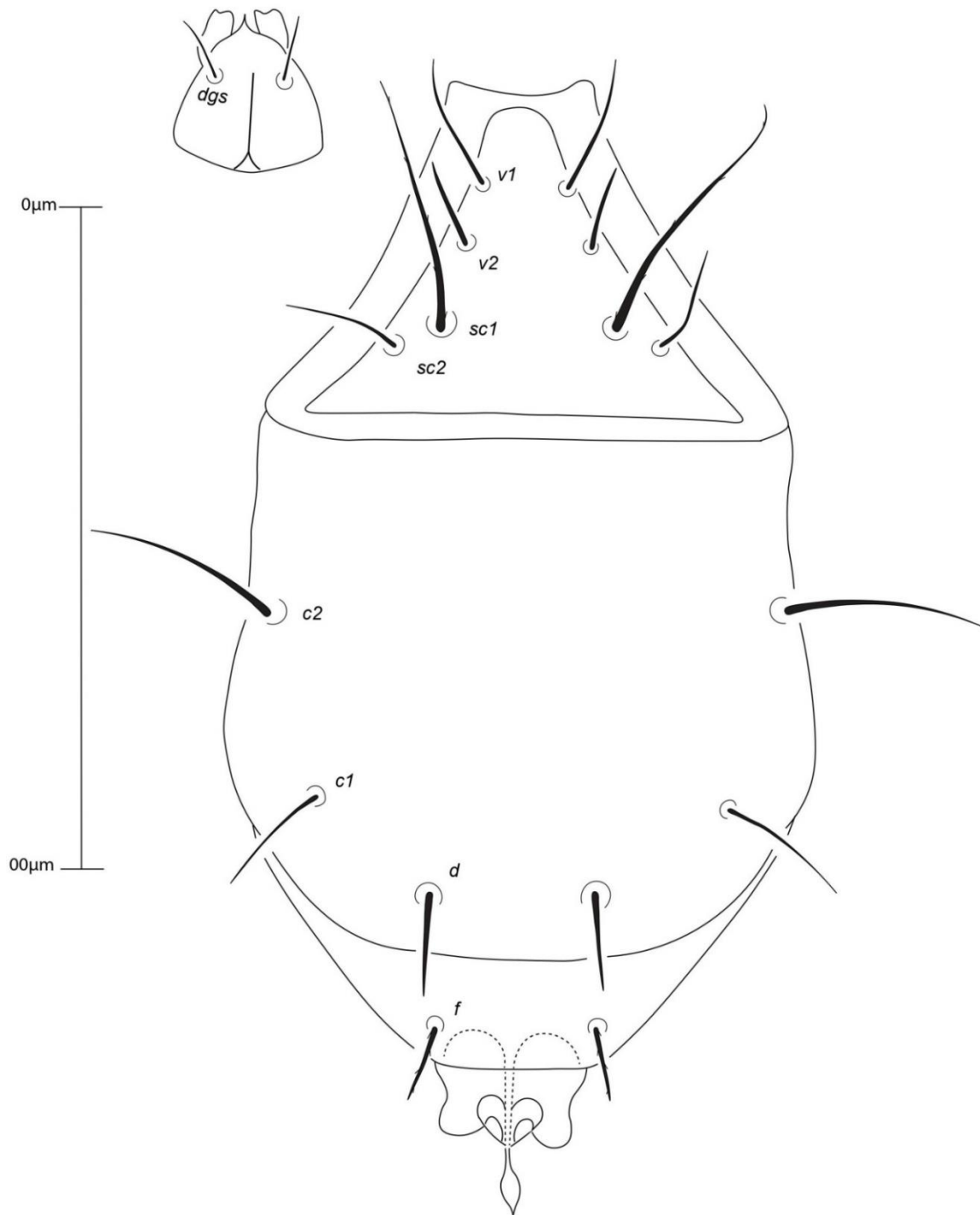


Figura 16. Morfoespécie 3 (macho). Escudo dorsal.

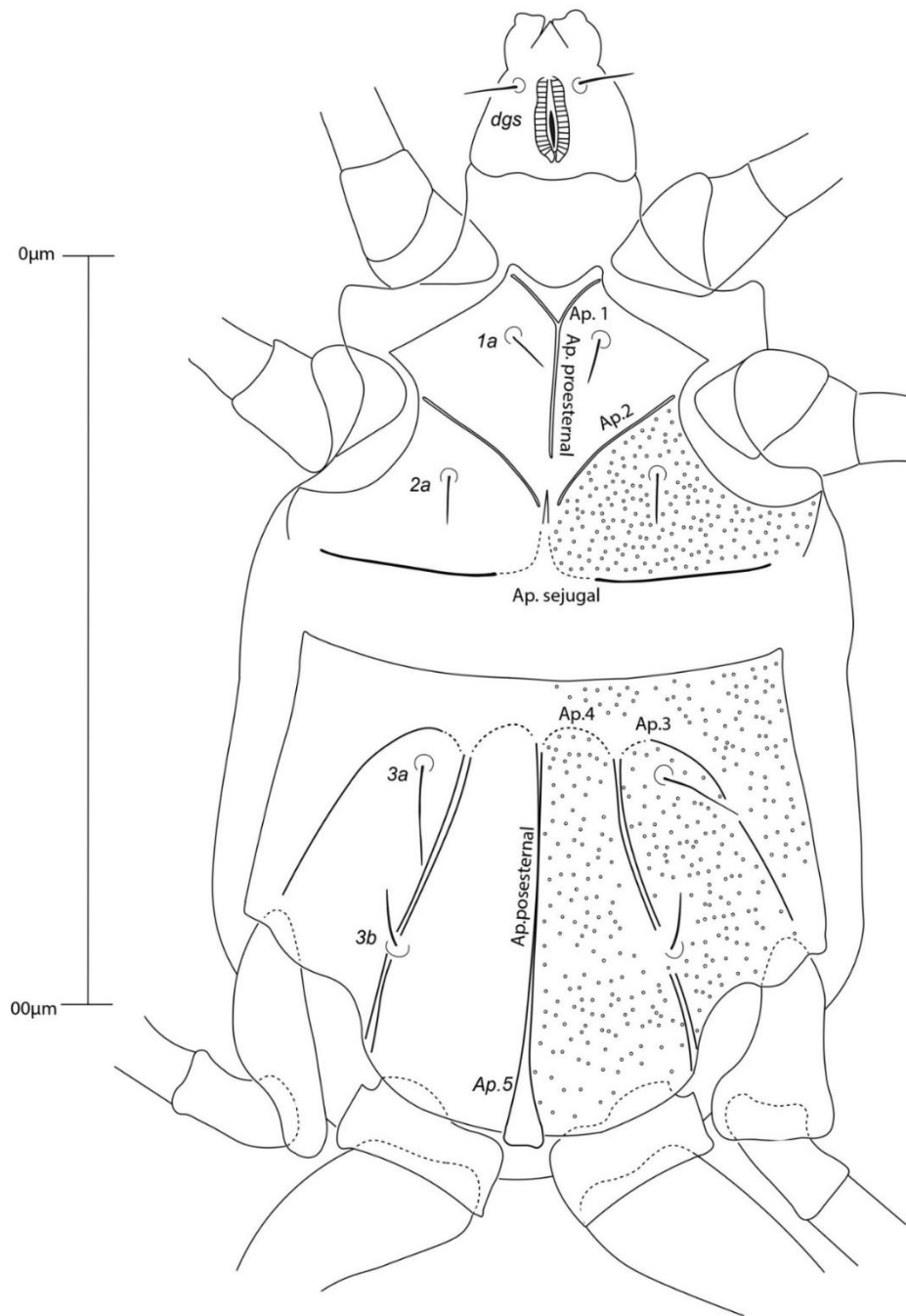


Figura 17. Morfoespécie 3 (macho). Escudo ventral.

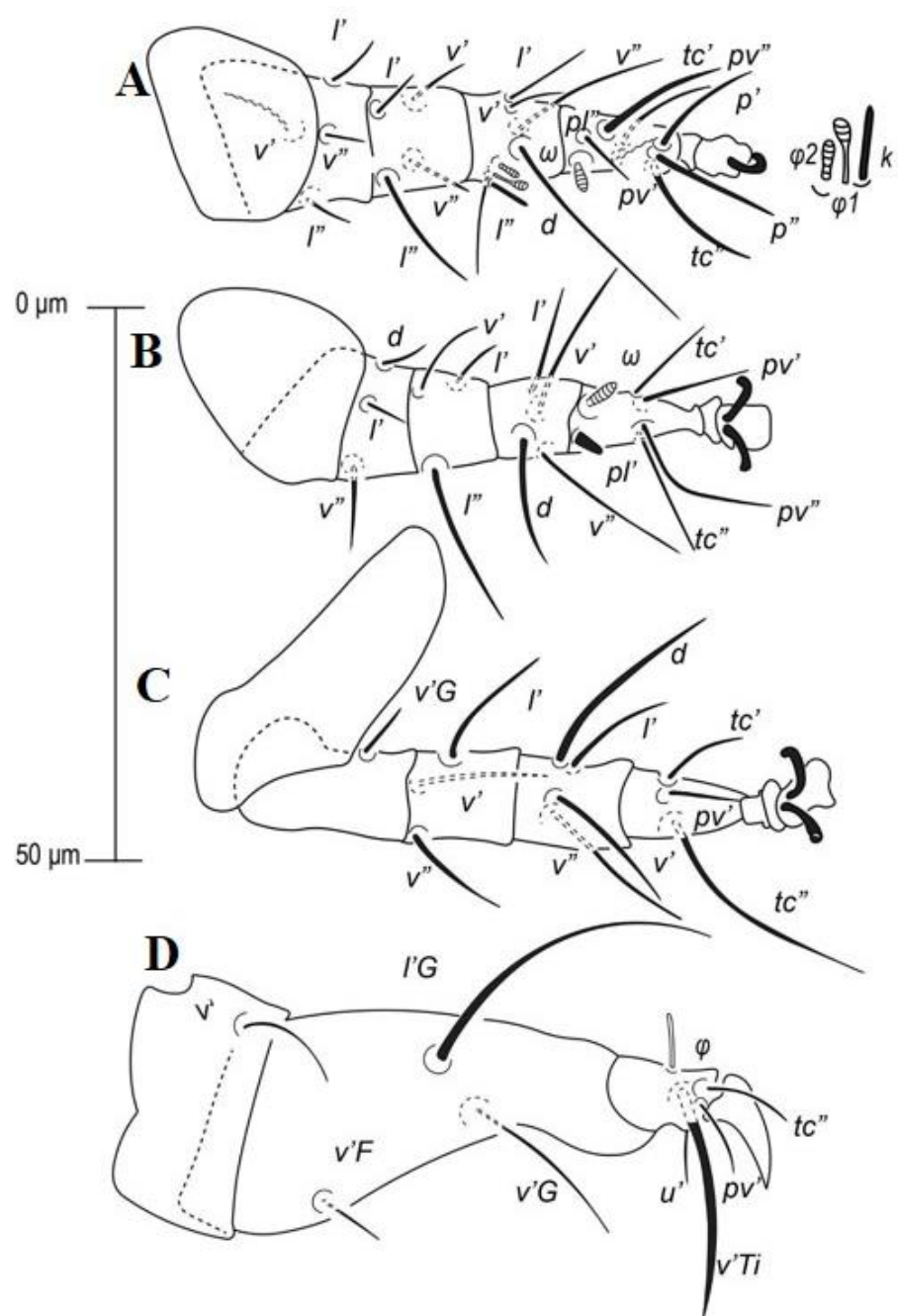


Figura 18. Morfoespécie 3 (macho). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D- perna IV.

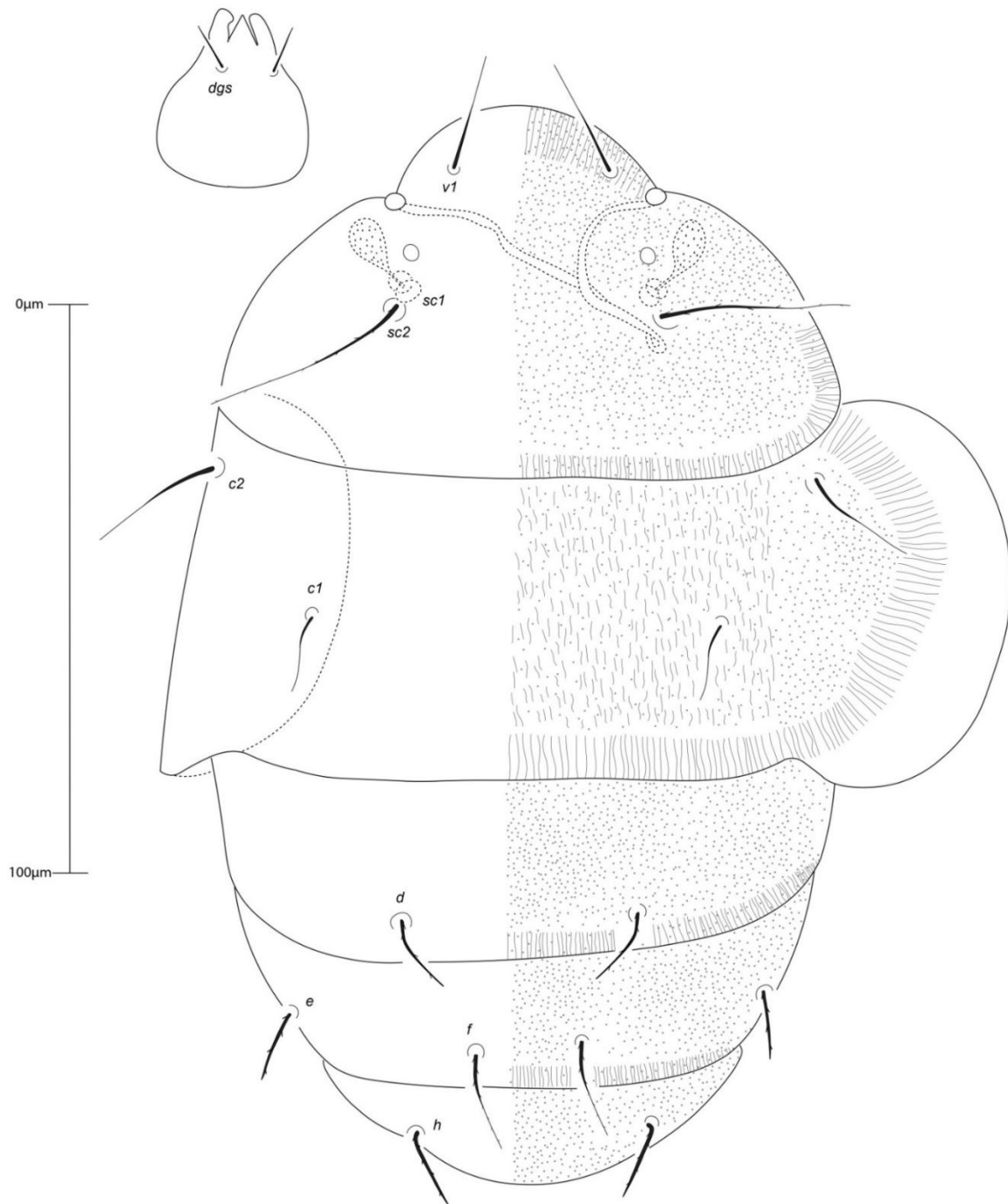


Figura 19. Morfoespécie 4 (fêmea). Escudo dorsal.

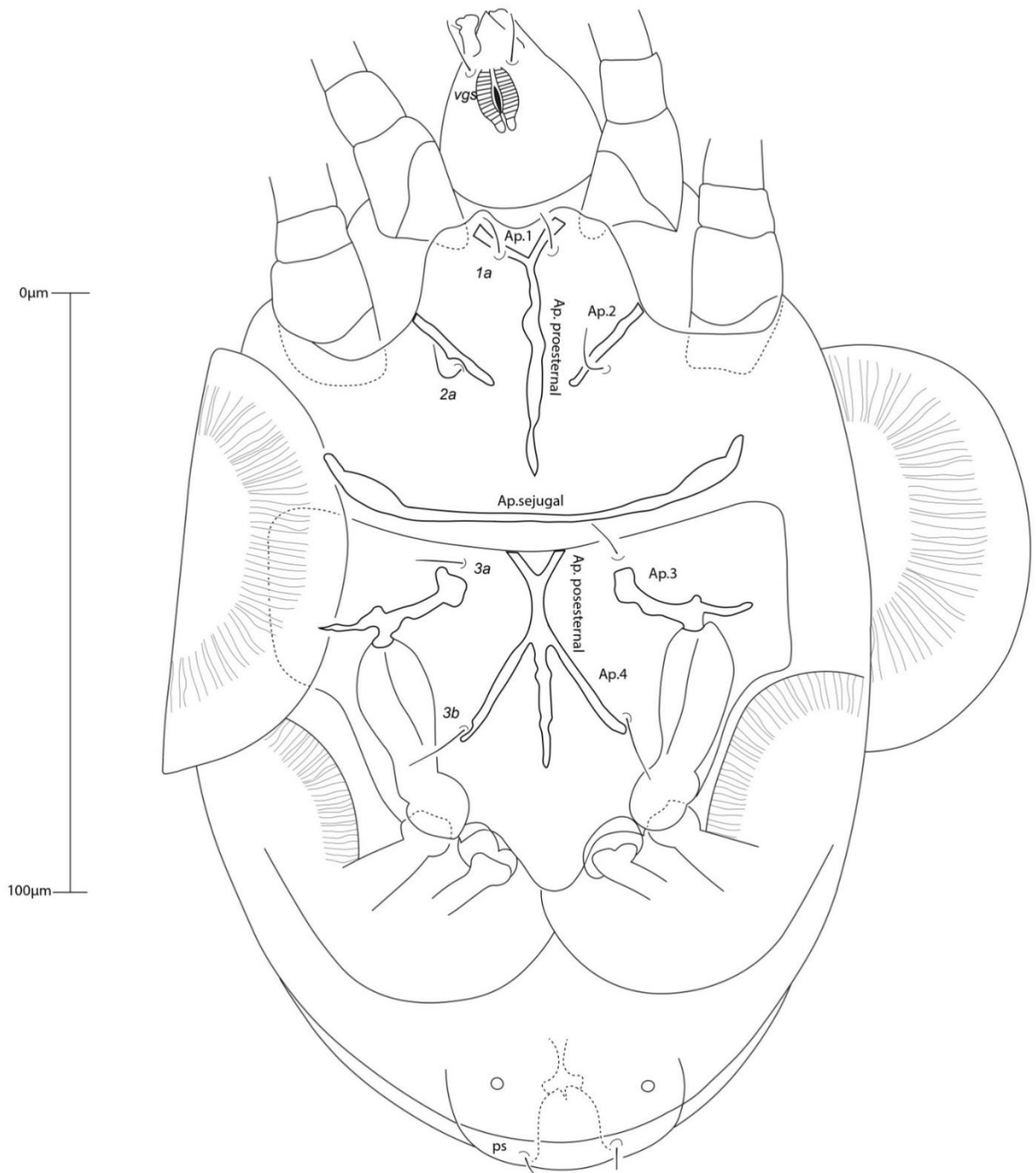


Figura 20. Morfoespécie 4 (fêmea). Escudo ventral.

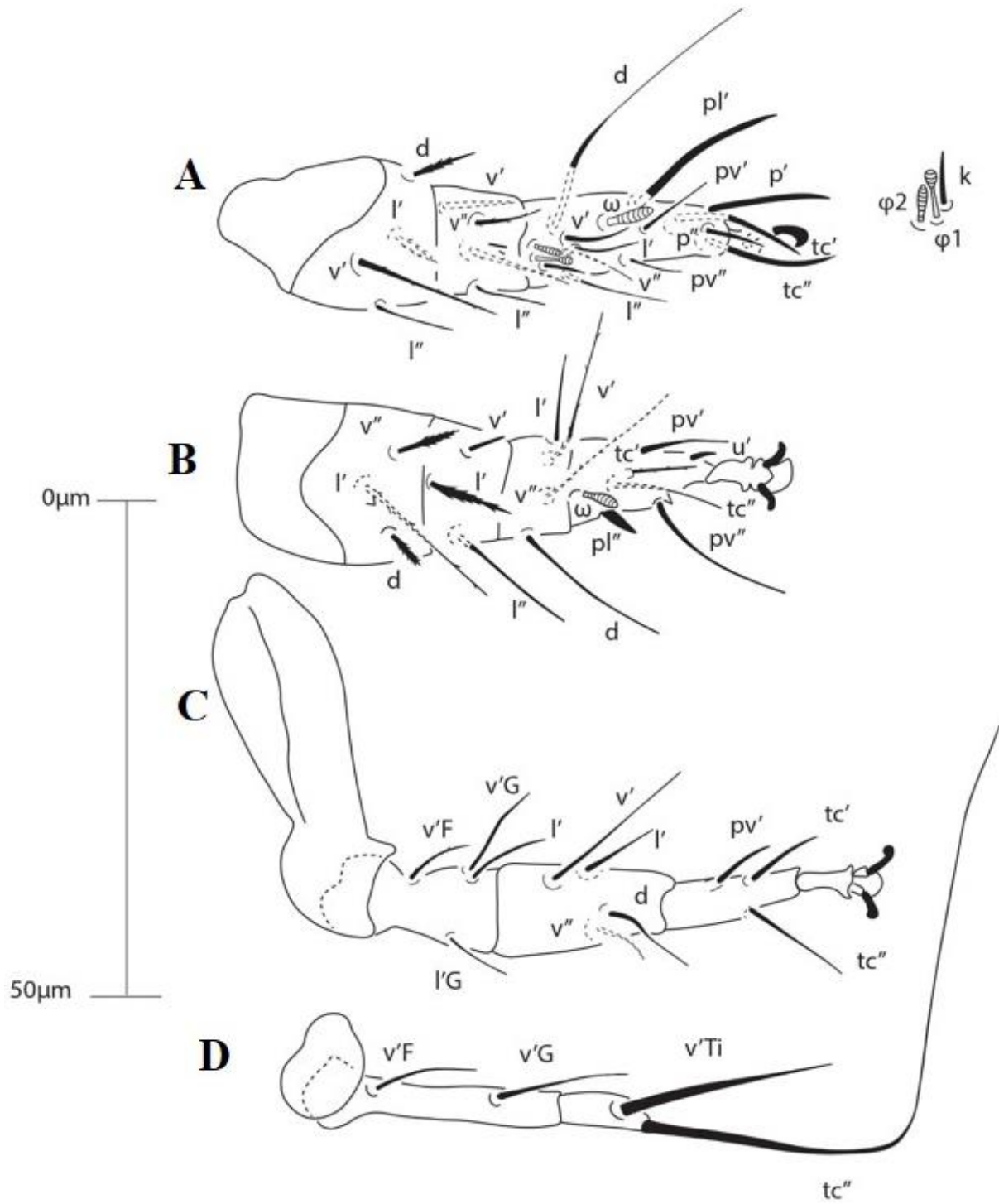


Figura 21. Morfoespécie 4 (fêmea). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D- perna IV.



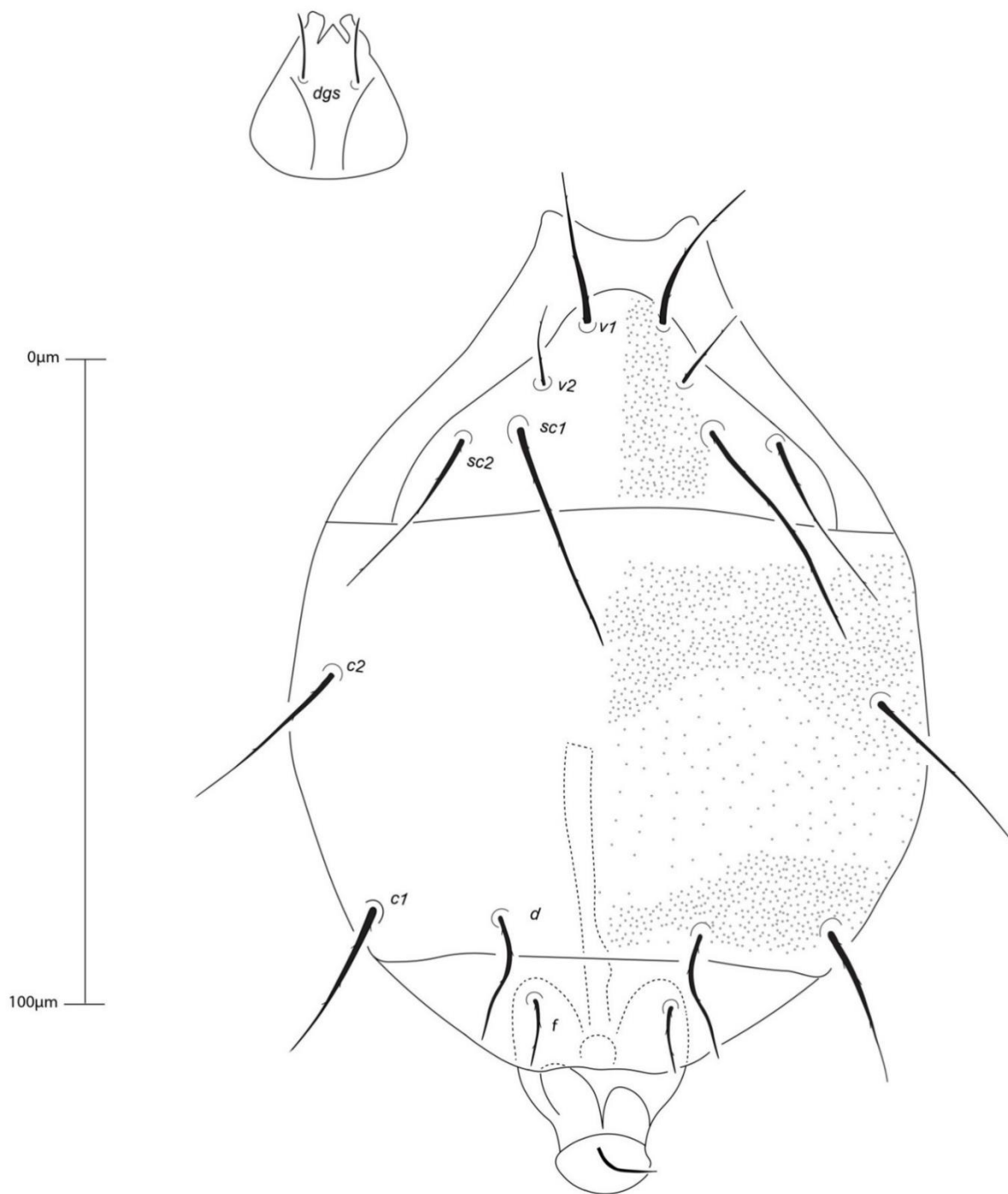


Figura 22. Morfoespécie 4 (macho). Escudo dorsal.

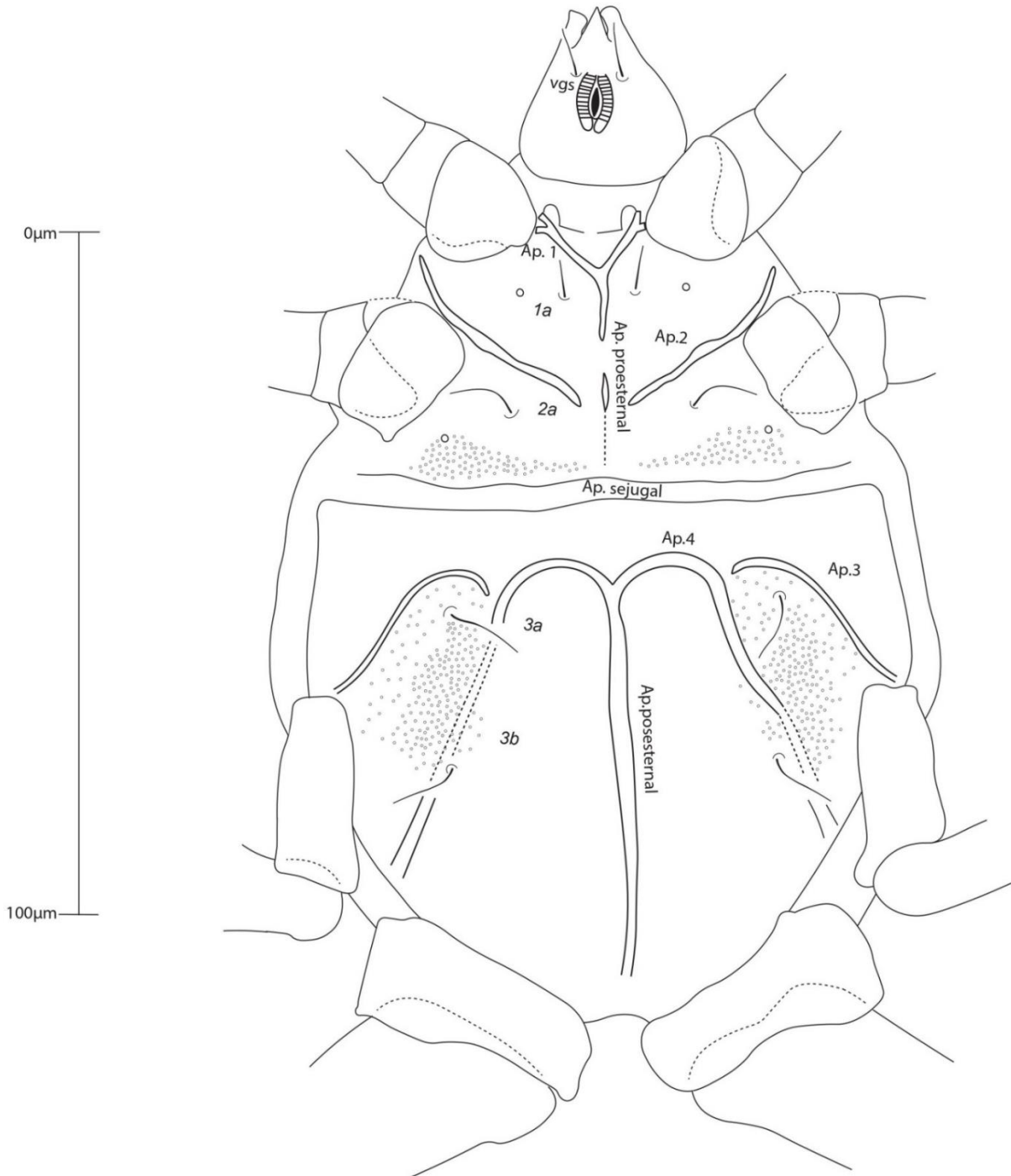


Figura 23. Morfoespécie 4 (macho). Escudo ventral.

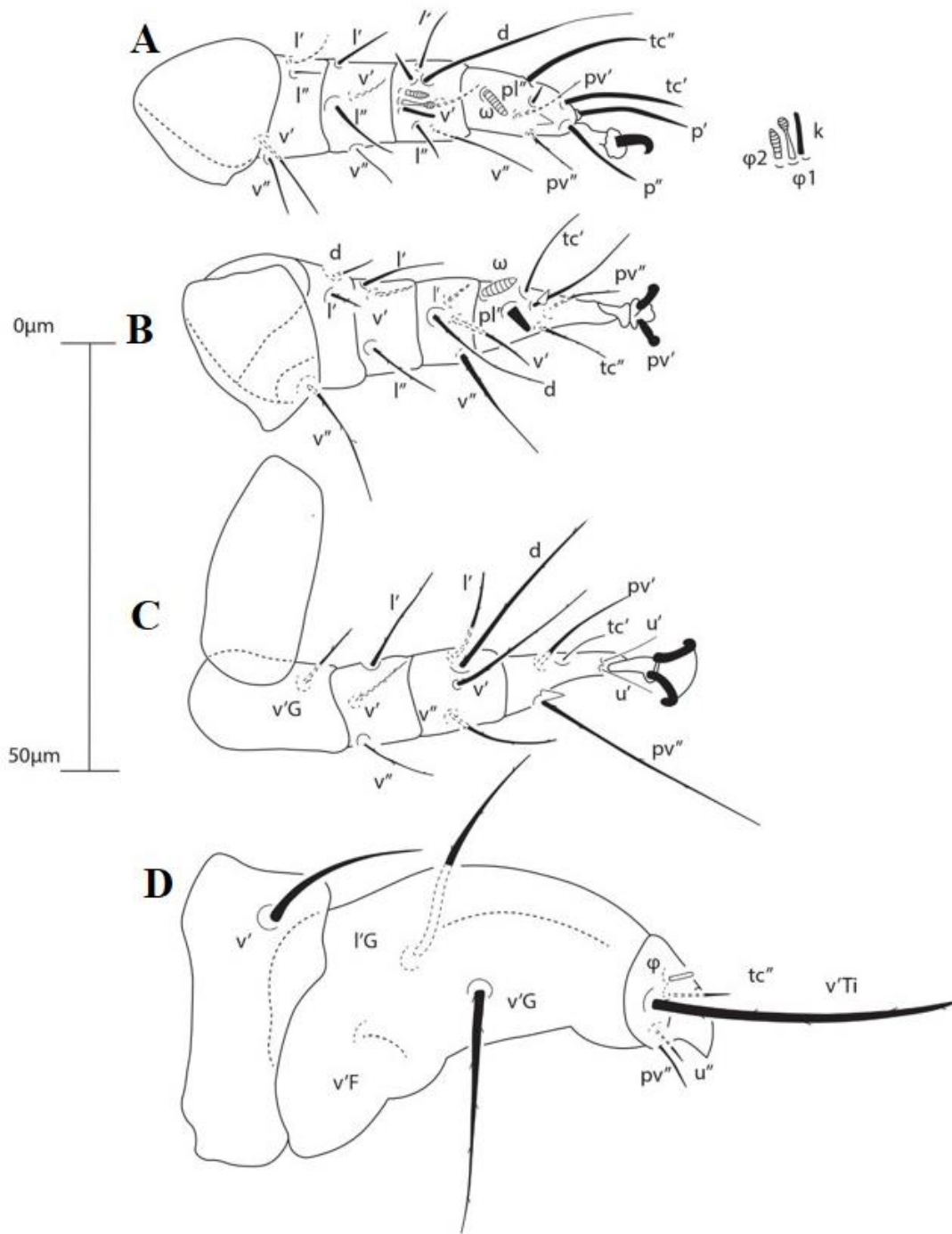


Figura 24. Morfoespécie 4 (macho). A- perna I, B- perna II, C- perna III, D- perna IV.

## CAPÍTULO 4

### DINÂMICA POPULACIONAL DE UMA ESPÉCIE NEGLIGENCIADA DE ÁCARO PRAGA EM FRUTOS DO COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.), *Steneotarsonemus concavuscutum* LOFEGO & GONDIM JR. <sup>1</sup>

GIRLEIDE V. DE FRANÇA-BELTRÃO<sup>2</sup>, VANESKA B. MONTEIRO<sup>2</sup>, JOSÉ W.S. MELO<sup>3</sup>,  
DÉBORA B. LIMA<sup>4</sup>, ANTÔNIO C. LOFEGO<sup>5</sup> & MANOEL G.C. GONDIM JR.<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia - Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull,  
60356- 001, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Zoologia – Centro de Biociência, Universidade Federal de Pernambuco,  
Avenida Professor Moraes Rego, 50670-420, Recife, PE, Brasil.

Departamento de Zoologia e Botânica-Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista, Rua  
Cristóvão Colombo, 15054-000, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

---

<sup>1</sup>França-Beltrão, G.V., V.B. Monteiro, J.W.S. Melo, D.B. Lima, A.C. Lofego & M.G.C. Gondim Jr. Dinâmica populacional de uma espécie negligenciada de ácaro praga em frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.), *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. A ser submetido.

RESUMO - A região meristemática de frutos de *Cocos nucifera* pode ser colonizada por diferentes espécies de ácaros, incluindo *Steneotarsonemus concavuscutum*, *Steneotarsonemus furcatus* e *Aceria guerreronis*. A consequência desta colonização é o desenvolvimento de lesões necróticas nos frutos e, por vezes, seu abortamento. Contudo, devido não só às semelhanças das lesões ocasionadas, mas também à predominância da ocorrência de *A. guerreronis* em cultivos de coqueiro, as perdas são comumente atribuídas a este. Entretanto, em alguns cultivos no Brasil, *S. concavuscutum* pode ser a espécie predominante. Apesar dos possíveis impactos de *S. concavuscutum*, pouco ainda se sabe sobre seus aspectos bioecológicos, como a influência de fatores bióticos e abióticos na sua dinâmica populacional. O presente trabalho testou as hipóteses de que fatores abióticos macroclimáticos (temperatura, umidade relativa, precipitação) e bióticos (competição interespecífica e predação) interferem na dinâmica populacional de *S. concavuscutum*. A diversidade e abundância de ácaros no perianto dos frutos de coqueiro infestados naturalmente por *S. concavuscutum* foi avaliada, contabilizando-se quinzenalmente todas as espécies encontradas em frutos do cacho seis da planta, onde este é encontrado em níveis populacionais mais altos. Ácaros de nove famílias foram encontrados, sendo *S. concavuscutum* a espécie predominante, representando cerca de 92% dos ácaros coletados. Os predadores representaram aproximadamente 2% do total coletado, sendo *Neoseiulus baraki* a espécie predominante. A densidade populacional *S. concavuscutum* variou de 60,6 a 396,6 ácaros por fruto, sendo sua flutuação populacional influenciada pelas variáveis: precipitação quinzenal, temperatura média quinzenal e pela presença de *N. baraki*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tarsonemidae, *Neoseiulus baraki*, flutuação populacional, fatores abióticos, diversidade de ácaros

POPULATION DYNAMICS OF A NEGLECTED MITE SPECIES PEST IN COCONUT  
FRUITS (*Cocos nucifera* L.), *Steneotarsonemus concavuscutum* LOFEGO & GONDIM JR. <sup>1</sup>

ABSTRACT – The meristematic region of *Cocos nucifera* fruits can be colonized by different species of mites, including *Steneotarsonemus concavuscutum*, *Steneotarsonemus furcatus* and *Aceria guerreronis*. The consequence of this colonization is the development of necrotic lesions in the fruits and sometimes their premature abortion from the tree. However, due not only to the similarities of the injuries caused, but also to the predominance of the occurrence of *A. guerreronis* in coconut crops, such losses are commonly attributed to this eriophyid. Although, in some crops, *S. concavuscutum* may be the predominant species. Despite the possible impacts of *S. concavuscutum*, little is known about its bioecological aspects, such as the influence of biotic and abiotic factors on its population dynamics. The present study tested the hypothesis that macroclimatic abiotic factors (temperature, relative humidity, precipitation) and biotic (interspecific competition and predation) interfere in the population dynamics of *S. concavuscutum*. The diversity and abundance of mites on the perianth of coconut infested naturally by *S. concavuscutum* was evaluated, counting biweekly all the species found in fruits of sample six, in which this mite was found to have the highest population levels. Mites from nine families were found, being *S. concavuscutum* was the predominant species, representing 92% of the mites collected. Predators represented approximately 2% of the total collected, with *Neoseiulus baraki* being the predominant species. The population density of *S. concavuscutum* ranged from 60,3 to 396,6 mites per fruit, and its population variation was influenced by the variables: biweekly precipitation, biweekly average temperature and the presence of *N. baraki*.

KEY WORDS: Tarsonemidae, *Neoseiulus baraki*, population fluctuation, abiotic factors, mites diversity

## Introdução

*Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. (Acari: Tarsonemidae) foi descrito a partir de frutos de coqueiro no Brasil, sendo relatado até o momento apenas nesta palmeira (Lofego & Gondim Jr. 2006, Navia *et al.* 2013). O ácaro habita o perianto dos frutos, região meristemática protegida pelas brácteas, podendo infestar desde frutos novos até mais velhos, embora o pico populacional ocorra nos frutos com seis meses de idade (França-Beltrão 2021 Cap. 2). A lesão inicial causada por *S. concavuscutum* é uma clorose na epiderme, que evolui para uma lesão necrótica de formato retangular, podendo atingir todo o comprimento do fruto (Lofego & Gondim Jr. 2006).

Os danos causados por *S. concavuscutum* são muito semelhantes aos provocados por *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Acari: Tarsonemidae) e *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Navia *et al.* 2013). Essas três espécies podem ocorrer simultânea ou isoladamente nos frutos (Navia *et al.* 2005, Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Lima *et al.* 2017, Paz Neto *et al.* 2020). Quase sempre, danos causados por ácaros nesta região são atribuídos à ação de *A. guerreronis*, por ser esta a espécie mais frequente e abundante (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Contudo, a ocorrência de *S. concavuscutum* pode ser predominante em alguns cultivos (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, França-Beltrão 2021 Cap. 2).

As brácteas que envolvem a região meristemática dos frutos proporcionam microclima favorável aos organismos que habitam esse local, além de propiciar proteção contra fatores que possam afetar seu desenvolvimento (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Lima *et al.* 2012, Silva *et al.* 2016). As condições climáticas, bem como o ambiente protegido, são fatores de grande destaque em estudos de dinâmica populacional, podendo interferir no crescimento populacional da praga, bem como na ocorrência de seus inimigos naturais (Reis *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2010, Aratchige

*et al.* 2012, Souza *et al.* 2012). A densidade populacional da praga sofre variações decorrentes das mudanças nas taxas de natalidade, mortalidade e dispersão (Schowalter 2016), que podem ser influenciadas tanto por fatores extrínsecos (condições abióticas e interações de espécies), como por fatores intrínsecos (competição intraespecífica e canibalismo) (Kessler *et al.* 2012, Schowalter 2016). O perianto do fruto forma um microhabitat, onde vários ácaros fitófagos e predadores habitam, com características mais estáveis que o macroambiente. A temperatura, umidade relativa e a precipitação são alguns dos principais componentes climáticos que interferem na biologia, fisiologia e comportamento dos ácaros (Moraes & Flechtmann 2008, Reis *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2010, Souza *et al.* 2012, Zhang *et al.* 2016). Entretanto, não se sabe como a sazonalidade desses fatores afeta as populações de *S. concavuscutum*.

A influência dos ácaros predadores na dinâmica populacional de ácaros fitófagos que ocorrem em frutos de coqueiro tem sido bastante estudada (Reis *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2010, Aratchige *et al.* 2012, Souza *et al.* 2012). Nessa guilda, ácaros predadores pertencentes à família Phytoseiidae têm sido relatados na cultura associados aos frutos (Lawson-Balagbo *et al.* 2007b, Lima *et al.* 2012), sendo *Neoseiulus paspalivorus* De Leon e *Neoseiulus baraki* (Athias-Henriot) os fitoseídeos mais frequentes (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Sourassou *et al.* 2012, Negloh *et al.* 2011, Lima *et al.* 2012). Contudo, as relações entre esses ácaros predadores e *S. concavuscutum* foram pouco exploradas (Domigos *et al.* 2010, Lima *et al.* 2017, França-Beltrão 2021 Cap. 2). O relato de predadores associados a *S. concavuscutum* se deve, sobretudo, à sua coocorrência com *A. guerreronis* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). Um estudo recente investigou a distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* em frutos de coqueiro e verificou que *N. baraki* foi o predador mais frequente e abundante em associação com esta praga, sugerindo um potencial papel do predador na regulação da população de *S. concavuscutum* (Domingos *et al.* 2010, França-Beltrão 2021 Cap. 2).



O presente estudo tem por objetivo avaliar como fatores abióticos e bióticos influenciam a dinâmica populacional de *S. concavuscutum* no perianto de frutos de coqueiro, sendo formuladas as seguintes hipóteses: os fatores abióticos macroclimáticos tem influência da dinâmica populacional de *S. concavuscutum*: (i) temperatura, (ii) umidade relativa, (iii) precipitação; e os fatores bióticos: (iv) competição interespecífica; (v) predação.

### **Material e Métodos**

**Coleta e processamento dos frutos.** Em um plantio comercial de coqueiro no município de Igarassu-PE, Brasil (7°50'S, 34°54'W) foram selecionadas 15 plantas (híbridos nativos) com aproximadamente 10 anos de idade. Este local foi selecionado com base em avaliações prévias que indicavam a presença de plantas naturalmente infestadas predominantemente por *S. concavuscutum*, sendo essas inspecionadas visualmente em campo, conforme a metodologia descrita por Melo *et al.* (2011). Das plantas, cinco foram selecionadas aleatoriamente a cada 15 dias, das quais foram coletados 10 frutos por planta, totalizando 50 frutos por coleta. As coletas foram realizadas de junho de 2018 a maio de 2019, totalizando 1.300 frutos amostrados. Os frutos foram retirados do cacho de seis meses de idade, conforme filotaxia do coqueiro (Sobral 1998), onde se encontra o pico populacional da praga na planta (França-Beltão 2021 Cap. 2). Os frutos foram acondicionados em sacos plásticos separadamente por planta, levados ao Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em Recife-PE, e armazenados em refrigerador a 10°C para processamento em até 8 dias.

No laboratório, os frutos tiveram suas brácteas removidas com auxílio de uma tesoura de poda e uma espátula, para quantificação dos ácaros presentes no perianto. Todas as formas ativas de ácaros foram contabilizadas. Em seguida, uma amostra de 10 espécimes adultos de *Steneotarsonemus*, e todos os *Tarsonemus*, foram montadas em lâmina para posterior identificação

das espécies ao microscópio de contraste de fase. Todos os predadores foram coletados com o auxílio de um pincel de cerdas finas e armazenados em álcool 70% para posterior montagem e identificação.

**Análise estatística.** A abundância e a diversidade de ácaros coletados no perianto dos frutos durante o período amostral foram analisadas, utilizando a curva de rarefação e a sobreposição dos seus respectivos intervalos de confiança de 95%. A curva foi obtida plotando-se o número de espécies em função do número de indivíduos coletados, utilizando o software SigmaPlot® 11.0 (Systat software, Inc.). Possíveis efeitos das variáveis bióticas (densidades médias das demais espécies de ácaros) e abióticas (temperatura mínima quinzenal, temperatura média quinzenal, temperatura máxima quinzenal, umidade relativa quinzenal e precipitação quinzenal) sobre a flutuação populacional de *S. concavuscutum* foram avaliados através de regressão multivariada (Stepwise). As variáveis abióticas foram obtidas da estação mais próxima do local da coleta (aprox. 26,5 km) (INMET 2020). Inicialmente foram realizadas correlações (Pearson) entre e dentre as variáveis bióticas e abióticas, e em seguida procedeu-se à construção do modelo estatístico. O modelo final obtido foi construído de modo que o mesmo não contivesse variáveis altamente correlacionadas ( $R > 0.70$  e  $P < 0.05$ ), evitando-se multicolinearidade e conseqüentemente a superestimação. O modelo obtido foi validado através de regressão linear simples ( $y = a + b \times$ ), plotando-se os valores observados em função dos preditos. Para um modelo válido é esperada uma regressão linear com coeficiente angular ( $b$ , inclinação) próximo a 1.0 e coeficiente linear ( $a$ ) próximo a 0. Todas as análises foram realizadas através do programa estatístico SAS (SAS Institute Inc 2008).

## Resultados

O número de espécies aumentou ao longo das coletas foram realizadas, obtendo-se a estabilização da curva de rarefação após a décima coleta (Fig. 1). Essa estabilização sugere satisfação quanto ao conhecimento da estrutura da comunidade. Um total de 292.743 ácaros foi contabilizado, tendo os fitófagos representado 97,7% de todos os espécimes, predadores representando apenas 2,1%, e ácaros com hábito alimentar desconhecido 0,2%. Foram encontrados ácaros fitófagos pertencentes às famílias Tarsonemidae (representando 95% dos fitófagos) e Eriophyidae (representando 5%). Dentre os tarsonemídeos, foram encontradas duas espécies do gênero *Steneotarsonemus* (*S. concavuscutum* e *S. furcatus*) e quatro diferentes morfoespécies do gênero *Tarsonemus*. *Steneotarsonemus concavuscutum* foi a mais abundante, sendo coletado um total de 270.711 espécimes, representando 94,7 % dos ácaros fitófagos e 92,5 % do total de ácaros coletados. *Aceria guerreronis* foi a única espécie de Eriophyidae encontrada, com um total de 14.356 espécimes (Tabela 1).

Um total de 6.205 ácaros predadores, pertencentes a sete famílias, foi coletado. Phytoseiidae foi a família mais diversa (cinco espécies encontradas) e abundante (5.601 espécimes coletados). Dentre os fitoseídeos encontrados, *N. baraki* foi a espécie mais abundante, representando 99% dos indivíduos coletados. As demais famílias (Ascidae, Bdellidae, Blattisociidae, Cheyletidae, Digamasellidae e Melicharidae) foram representadas por duas ou menos espécies, e o número de indivíduos variou de 2 a 242 por família (Tabela 1).

A densidade populacional média de *S. concavuscutum* ao longo do ano variou de 60,3 ácaros/fruto, observado na primeira coleta de junho, a 396,6 ácaros/fruto observado na segunda coleta de dezembro. As maiores densidades populacionais de *S. concavuscutum* foram observadas no período mais quente e seco do ano (setembro a fevereiro) (Fig.2). Além disso, foi observada também uma relação densidade dependente entre as populações de *S. concavuscutum* e de *N. baraki*, sugerindo uma interação de predação entre estas populações (Fig.2). Através de uma regressão

multivariada foi possível constatar o efeito das variáveis abióticas e bióticas sobre a flutuação populacional de *S. concavuscutum* ( $F_{3,22}=8,42$ ;  $R^2=0,62$ ;  $P=0,0007$ ) (Tabela 2). As variáveis que mais contribuíram para a explicação das variações na densidade populacional de *S. concavuscutum* foram a precipitação quinzenal, a temperatura média quinzenal e a densidade populacional de *N. baraki*, que juntas explicaram 62% das variações observadas. As contribuições individuais de cada variável são apresentadas (Tabela 2).

A maior percentagem de frutos coletados foi infestada unicamente por *S. concavuscutum*, representando 78% dos frutos avaliados. Baixas percentagens de frutos foram infestados unicamente por *S. furcatus* 0,3%, *A. guerreronis* 1,2% e *Tarsonemus* spp. 0,8% (Fig. 3A). Alguns frutos apresentaram dupla ou tripla infestação, sendo os frutos infestados por *S. concavuscutum* e *Tarsonemus* spp. 9,5%, e por *S. concavuscutum* e *A. guerreronis* 6,2 % (Fig. 3A). As demais infestações duplas foram inferiores a 1%. A infestação tripla esteve presente também em baixas percentagem de frutos, sendo o maior percentual observado para frutos infestados por *S. concavuscutum*, *A. guerreronis* e *Tarsonemus* spp., representando apenas 1% dos frutos infestados (Fig. 3A).

O número médio de ácaros por frutos variou conforme a espécie e o status de infestação (infestação única, dupla ou tripla), tendo os frutos infestados unicamente por *S. concavuscutum* registrado o número médio de 232 ácaros por frutos. Quando os frutos foram infestados unicamente pelas outras espécies, o número médio de ácaros foi de: 202 *A. guerreronis*/fruto, 150 *S. furcatus*/fruto e 33 *Tarsonemus* spp./fruto (Fig. 3B). O número médio de ácaros/fruto infestado por uma única espécie foi maior em relação ao número médio de ácaros/fruto desta mesma espécie, quando o fruto tinha infestação dupla ou tripla (Fig. 3B).

## Discussão

A densidade populacional de *S. concavuscutum* apresentou variações ao longo do ano, sendo maior nos meses em que houve menor precipitação e maior temperatura média quinzenal, corroborando o que foi relatado por Lofego & Gondim Jr. (2006). Fatores abióticos como temperatura, umidade e precipitação têm sido relatados como responsáveis por influenciar a dinâmica populacional de ácaros do gênero *Steneotarsonemus* (Karmakar & Ghosh 2017, Chandrasena *et al.* 2018, Rubiano-Rodríguez *et al.* 2019). Os ácaros desse gênero habitam locais confinados na planta (Beer 1954, Jeppson *et al.* 1975), contudo a ação direta dos fatores abióticos sobre *S. concavuscutum* deve ser reduzida pela barreira natural criada pelo conjunto de brácteas do fruto. Nesse ambiente, há um microclima diferenciado em relação ao exterior, e certamente a umidade relativa do ar deve sofrer menores oscilações no perianto. Talvez devido a isso, a umidade relativa do ar não tenha sido um componente importante para a explicação da flutuação populacional de *S. concavuscutum*.

Os fatores abióticos tem ação direta na biologia dos ácaros, inclusive daqueles que habitam o perianto dos frutos do coqueiro (Ansaloni & Perring 2004, Galvão *et al.* 2008, Domingos *et al.* 2010, Aratchige *et al.* 2016), influenciando diretamente sua flutuação populacional. Esses fatores, também podem influenciar indiretamente atuando no comportamento e aspectos da dispersão dos ácaros dos frutos do coqueiro (Galvão *et al.* 2012, Melo *et al.* 2014a, 2014b, 2014c, Aratchige *et al.* 2016, Monteiro *et al.* 2019a). Influenciado pela competição intraespecífica, *S. concavuscutum* tende a se dispersar, chegando aos novos frutos continuamente emitidos pela planta (França-Beltrão 2021 Cap. 2). O coqueiro em média emite uma nova inflorescência a cada mês (Sobral 1998), ocorrendo então a infestação contínua de novos cachos, o que deve se dar mais intensamente nos meses mais favoráveis ao desenvolvimento do ácaro. Contudo, durante este processo o ácaro deixa o ambiente protegido do perianto, expondo-se aos fatores bióticos e abióticos externos, incluindo a ação de predadores que forrageiam no exterior, em muitos casos por não conseguirem chegar até o

micro-habitat preferido por estes ácaros fitófagos (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Lima *et al.* 2012, Melo *et al.* 2015). Uma vez no exterior, a ação direta das chuvas pode também derrubá-lo da planta (Aratchige *et al.* 2016, Azevedo *et al.* 2020), causando sua morte. É de se esperar, no entanto, que o efeito da chuva não seja resultante de uma relação linear entre a precipitação (especialmente em termos de intensidade a partir de um limiar) e a taxa de mortalidade dos ácaros. A taxa de sucesso dos ácaros que se dispersam a partir do perianto para outra planta deve ser muito baixa, contudo quando este processo se dá dentro da própria planta as chances de sucesso devem ser bem maiores (Monteiro *et al.* 2019a, 2019b, Melo *et al.* 2014a, 2014b, 2014c).

O local de coleta dos dados em campo foi propositalmente escolhido por conter plantas predominantemente infestadas por *S. concavuscutum*, para direcionar o estudo a esta espécie. Este fato explica, em parte, a pequena proporção de frutos com coocorrência de *S. concavuscutum* com *S. furcatus* e *A. guerreronis*. A idade do fruto escolhido para avaliar a flutuação populacional deste trabalho [cachos de seis meses de idade, onde se observa pico populacional de *S. concavuscutum* (França-Beltrão 2021 Cap. 2)] pode também ter contribuído para o baixo número de frutos com *A. guerreronis*, pois este ácaro tem seu pico populacional em frutos do cacho quatro, apresentando baixa densidade populacional no cacho seis (Galvão *et al.* 2011). Apesar do pequeno universo amostral (209 frutos com dupla infestação, 16% do total coletado), quando as espécies *S. concavuscutum* e *A. guerreronis* coocorreram suas populações foram reduzidas, quando comparados às populações encontradas isoladamente. Tais resultados sugerem que essas espécies possam estar competindo entre si. Contudo, não se observou uma correlação negativa entre *S. concavuscutum* e *A. guerreronis*, talvez devido à pequena proporção de frutos com dupla infestação.

Dentre os fatores bióticos explorados, a densidade populacional de *N. baraki* foi o único responsável por influenciar a flutuação populacional de *S. concavuscutum* no perianto (Tabela 1). O formato achatado do corpo dos ácaros do grupo *paspalivorus*, ao qual pertence *N. baraki*, permite

que ele penetre e se mova em pequenos espaços, como entre a bráctea e a epiderme do fruto abaixo desta (perianto) com facilidade, tendo acesso aos ácaros fitófagos que infestam este ambiente (Moraes *et al.* 2004, Lima *et al.* 2012, McMurtry *et al.* 2013). A influência de *N. baraki* sobre *S. concavuscutum* tem sido relatada em frutos de diferentes idades, sendo observada uma relação densidade dependente entre essas espécies e sugerindo relação presa/predador entre essas espécies (França-Beltrão 2021 Cap. 2).

*Steneotarsonemus furcatus* foi encontrado em pequenas densidades neste estudo. Esse tarsonemídeo coocorre com *S. concavuscutum* no litoral brasileiro e, embora *S. furcatus* tenha uma distribuição mais abrangente nesta região, no litoral dos estados da Paraíba, Pernambuco e, sobretudo Alagoas, a distribuição de *S. concavuscutum* é muito mais abundante (Lofego & Gondim Jr. 2006, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, França-Beltrão 2021 Cap. 2). Ácaros do gênero *Tarsonemus* também foram encontrados em pequenas densidades e frequência, tendo estes já sido relatados na cultura, associados a ácaros fitófagos que ocorrem no perianto (Howard *et al.* 1990, Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012), contudo seu hábito alimentar ainda precisa ser investigado. A zoofitofagia desses ácaros já foi testada em laboratório, sendo constatado que eles podem se alimentar tanto do perianto do coqueiro, quanto de ovos dos ácaros fitófagos associados (*S. concavuscutum* e *A. guerreronis*) (França-Beltrão 2021 Cap. 2). Contudo, a micofagia ainda precisa ser investigada, uma vez que o consumo de fungos, além da fitofagia e zoofagia, ser citada na literatura dentre os hábitos alimentares de espécies de *Tarsonemus* (Lindquist 1986, Lin & Zhang 2002).

Diversas espécies de ácaros predadores foram encontradas em associação com *S. concavuscutum*. *Neoseiulus baraki* foi à espécie mais abundante, sendo também a que mais influenciou na flutuação populacional da praga. Esse ácaro tem sido frequentemente registrado em frutos do coqueiro (Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2011,

Reis *et al.* 2008), sendo geralmente relatado em associação com *A. guerreronis* em coocorrência com *S. concavuscutum* (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008). No entanto, um estudo recente relatou a ocorrência desse predador como sendo o mais abundante em frutos infestados majoritariamente ou apenas por *S. concavuscutum* (França-Beltrão 2021 Cap. 2). Quase todos os ácaros predadores encontrados neste trabalho já haviam sido relatados em frutos de coqueiro (Gondim & Moraes 2001, Lawson-Balagbo *et al.* 2007a, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Moraes *et al.* 2004, Negloh *et al.* 2011, Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012), exceto *Dendrolaelaps* sp.. Esse ácaro pertence à família Digamasellidae Evans, que compreende ácaros predadores encontrados em solo, associados a fungos, material orgânico em decomposição e em galerias formadas por besouros (Lindquist *et al.* 2009). Este é o primeiro relato de ácaros pertencentes a esta família em frutos de coqueiro. É muito comum encontrar nos frutos a presença de galerias e materiais orgânicos em decomposição, decorrentes da alimentação e dos excrementos deixados pela traça dos frutos do coqueiro, *Atheloca bondari* Heinrich (Lepidoptera: Phycitidae) (Paz Neto *et al.* 2020), o que pode ter permitido a entrada e o desenvolvimento de *Dendrolaelaps* sp., que foi o segundo ácaro predador mais abundante.

Os resultados desse trabalho colaboram com o conhecimento da diversidade e abundância dos ácaros fitófagos e predadores que ocorrem no perianto dos frutos de coqueiro, permitindo um melhor conhecimento da estrutura de comunidade, principalmente de *S. concavuscutum*, cuja densidade populacional nos frutos do coqueiro flutua ao longo do ano, sobretudo, em função da precipitação quinzenal, temperatura média quinzenal e pela presença do ácaro predador *N. baraki*.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa.



## Literatura Citada

- Ansaloni, T. & T.M. Perring. 2004.** Biology of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) on queen palm, *Syagrus romanzoffiana* (Arecaceae). *Internat. J. Acarol.* 30: 63-70.
- Aratchige, N.S., A.D.N.T. Kumara & N.I. Suwandharathne. 2016.** The Coconut Mite: Current Global Scenario, p. 321-342. In A.K. Chakravarthy & S. Sridhara (eds.), *Economic and Ecological significance of arthropods in diversified ecosystems*. Berlin, Springer, 448p.
- Aratchige, N.S., L.C.P. Fernando, K.P. Waidyarathne & K.A.S. Chandrasiri. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its predatory mite, *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) in two coconut growing areas in Sri Lanka. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 319-325.
- Azevedo, A.O. de. 2020.** Influência de fatores bióticos e abióticos na dispersão aérea do Ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). *Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife*, 39p.
- Beer, R.E. 1954.** A revision of the Tarsonemidae of the western hemisphere (Order Acarina). *Kansas, University of Kansas science bulletin*, 296p.
- Chandrasena, G.D.S.N., J.P. Arachchi, M.C. Millawithanachchi, M.G. Rupasinghe, P.M.H. Coorey, T.L. Kumarathissa & W.N.M. Madurangani. 2018.** Temporal distribution of rice sheath mite *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) as influenced by the climatic parameters in the lowcountry wet zone of Sri Lanka. *Sri Lanka J. Food Agricult.* 4: 1-8.
- Domingos, C.A., J.W. da S. Melo, M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes, R. Hannna, L.M. Lawson-Balagbo, P. Schausberger. 2010.** Diet-dependent life history, feeding preference and thermal requirements of the predatory mite *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 50: 201-215.
- França-Beltrão, G.V. de. 2021.** Tarsonemídeos associados ao perianto de frutos do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no litoral do nordeste do Brasil: ocorrência, taxonomia e bioecologia. *Tese de Doutorado, UFRPE, Recife*, 132p.
- Galvão, A.S., J.W.S. Melo, V.B. Monteiro, D.B. Lima, G.J. Moraes & M.G.C. Gondim Jr. 2012.** Dispersal strategies of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a coconut pest. *Exp. Appl. Acarol.* 57:1-13.
- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes & J.V. Oliveira. 2008.** Exigências térmicas e tabela de vida e fertilidade de *Amblyseius largoensis*. *Ciênc. Rural* 38: 1817-1823.

- Galvão, A.S., M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes & J.W.S. Melo. 2011.** Distribution of *Aceria guerreronis* and *Neoseiulus baraki* among and within coconut bunches in northeast Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 54: 373-384.
- Gondim Jr., M.G.C. & G.J. Moraes. 2001.** Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. *Syst. Appl. Acarol.* 6: 65-94.
- Horward, 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. P. R.* 74: 237-251.
- INMET. 2020.** Instituto nacional de meteorologia. <http://www.inmet.gov.br/>. Acessado 27 de maio de 2020.
- Jeppson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975.** Mites Injurious to Economic Plants. Berkeley, University of California Press, 615p.
- Karmakar, K., S.C. Bala & S.K. Ghosh. 2017.** Population dynamics of sheath mite, *Steneotarsonemus spinki* Smiley infesting rice cultivar IET- 4786 and its management under Gangetic Basin of West Bengal. *J. Entomol. Zool. Stud.* 5: 663-666.
- Kessler, A., K. Poveda & E.H. Poelman. 2012.** Plant-induced responses and herbivore population dynamics. p. 91-108. In P. Barbosa, D.K. Letourneau & A.A. Agrawal (eds), *Insect Outbreaks Revisited*. New Jersey, Wiley-Blackwell, 465p.
- 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. de 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. de Moraes, R. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. *Bull. Entomol. Res.* 98: 83-96p.
- Lima, D.B., H.K.V. Oliveira, J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr., M. Sabelis, A. Pallini & A. Janssen. 2017.** Predator performance is impaired by the presence of a second prey species. *Bull. Entomol. Res.* 107: 313-321.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. de Moraes. 2012.** Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. *Exp. Appl. Acarol.* 56: 233-246.

- Lin, J.Z. & Z.Q. Zhang. 2002.** Tarsonemidae of the world: Key to Genera, Geographical, Distribution, Systematic Catalogue & Annotated Bibliography. London, Systematic and Applied Acarology Society, 440 p.
- Lindquist, E.E. 1986.** The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic and systematic revision, with classification of family-group taxa in the Heterostigmata. Entomol. Soc. Can. 118: 1-517.
- Lindquist, E.E., G.W. Krantz & D.E. Walter. 2009.** Order Mesostigmata, p. 124-232 In G.W. Krantz & D.E. Walter (eds), A manual of Acarology. Lubbock, Texas Tech University Press, 807p.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. Syst. Appl. Acarol. 11: 195-203.
- McMurtry, J.A, G.J. de Moraes & N.F. Sourassou. 2013.** Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. Syst. Appl. Acarol. 18: 297-320.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, A. Pallini, J.E.M. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2011.** Olfactory response of predatory mites to vegetative and reproductive parts of coconut palm infested by *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 55:191-202.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, M.W. Sabelis, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2014a.** Limits to ambulatory displacement of coconut mites in absence and presence of food-related cues. Exp. Appl. Acarol. 62: 449-461.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, M.W. Sabelis, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2014b.** Host finding behaviour of the coconut mite *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 64: 445-454.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, M.W. Sabelis, A. Pallini & M.G.C. Gondim Jr. 2014c.** Gondim Jr. Behaviour of coconut mites preceding take-off to passive aerial dispersal. Exp. Appl. Acarol. 64: 429-443.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, H. Staudacher, F.R. da Silva, M.G.C. Gondim Jr. & M.W. Sabelis. 2015.** Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 67: 411-421.
- Monteiro, V.B, G.V. França, M.G.C. Gondim Jr., D.B. Lima & J.W.S. Melo. 2019a.** Walking dispersal by *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) on coconut plants. Syst. Appl. Acarol. 24: 1337-1342.
- Monteiro, V.B, G.V. França, M.G.C. Gondim Jr., D.B. Lima & J.W.S. Melo. 2019b.** *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) survival and walking in response to environmental stress. Syst. Appl. Acarol. 24: 487-496.

- Moraes, G.J. de & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 308p.
- Moraes, G.J. de, P.C. Lopes & C.P. Fernando. 2004.** Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) of coconut growing areas in Sri Lanka, with descriptions of three new species. J. Acarol. Soc. Jpn. 13: 141-160.
- Navia, D., G.J. de Moraes, A.C. Lofego & C.H.W. Flechtmann. 2005.** Acarofauna associada a frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) de algumas localidades das Américas. Neotrop. Entomol. 34: 349-354.
- Navia, D., M.G.C. Gondim Jr., N.S. Aratchige & G.J. de Moraes. 2013.** A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. Exp. Appl. Acarol. 59: 67-94.
- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2010.** Season and fruit age-dependent population dynamics of *Aceria guerreronis* and its associated predatory mite *Neoseiulus paspalivorus* on coconut in Benin. BioControl 54: 349-358.
- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2011.** The coconut mite, *Aceria guerreronis*, in Benin and Tanzania: occurrence, damage and associated acarine fauna. Exp. Appl. Acarol. 55: 361-374.
- Paz Neto, A.A., J.W.S. Melo, D.B. Lima, M.G.C. Gondim Jr. & A. Janssen. 2020.** Field distribution patterns of pests are asymmetrically affected by the presence of other herbivores. Bull. Entomol. Res. 110: 1-9.
- 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.
- Rubiano-Rodríguez, J.A., T. Sánchez-Doria & R. Tofiño-Rivera. 2019.** Estudio poblacional de *Steneotarsonemus spinki* (Acari: Tarsonemidae) sobre tres variedades de arroz sembradas en diferentes épocas. Ver. Colomb. Entomol. 45: e7809.
- SAS Institute. 2008.** SAS/STAT User's Guide. Cary, NC, USA: SAS Institute.
- Schowalter, T.D. 2016.** Insect Ecology: an Ecosystem Approach. San Diego, Elsevier, 762p.
- Silva, F.R., G.J. Moraes, I. Lesna, Y. Sato, C. Vasquez, R. Hanna, M.W. Sabelis & A. Janssen. 2016.** Size of predatory mites and refuge entrance determine success of biological control of the coconut mite. BioControl 61: 681-689.
- Sobral, L.F. 1998.** Nutrição e adubação do coqueiro, p. 129-157. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwick & L.A. Siqueira (eds.), A cultura do coqueiro no Brasil. Aracaju, Embrapa CPATC, 292 p.

- Sourassou, N.F., R. Hanna, I. Zannou, J.A.J. Breeuwer, G.J. de Moraes & M.W. Sabelis. 2012.** Morphological, molecular and cross-breeding analysis of geographic populations of coconut-mite-associated predatory mites identified as *Neoseiulus baraki*: evidence for cryptic species? *Exp. Appl. Acarol.* 57: 15-36.
- Souza, I.V., M.G.C. Gondim Jr., A.L.R. Ramos, E.A. dos Santos, M.I.F. Ferraz & A.R. Oliveira. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other mites associated with coconut fruits in Una, state of Bahia, northeastern Brazil. *Exp. Appl. Acarol.* 58: 221-233.
- Zhang, G.H., Y.Y. Li, K.J. Zhang, J.J. Wang, Y.Q. Liu & H. Liu. 2016.** Effects of heat stress on copulation, fecundity and longevity of newly-emerged adults of the predatory mite, *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae). *Syst. Appl. Acarol.* 21: 295-306.

Tabela 1. Número total e percentagem de ácaros predadores, fitófagos e com hábito alimentar desconhecido encontrado em frutos de *Cocos nucifera* ao longo de um ano (Jun/2018 a Mai/2019) em Igarassu, Pernambuco.

<b>FAMÍLIA</b>	<b>TOTAL DE ÁCAROS</b>	<b>PERCENTAGEM (%)</b>	<b>PERCENTAGEM (%)/ HÁBITO ALIMENTAR</b>
<b>Ascidae</b>			
<i>Asca</i> sp.	2	0,0007	0,0322
<b>Bdellidae</b>			
<i>Bdella ueckermanni</i> Hernandez, Daud e Feres	205	0,0700	3,3038
<b>Blattisociidae</b>			
<i>Lasioseius subterraneus</i> Chant	117	0,0400	1,8856
<b>Cheyletidae</b>			
<i>Hemicheyletia</i> sp.	29	0,0100	0,4674
<b>Digamasellidae</b>			
<i>Dendrolaelaps</i> sp1.	242	0,0827	3,9001
<b>Melicharidae</b>			
<i>Proctolaelaps bickleyi</i> Bram	8	0,0027	0,1289
<i>Proctolaelaps bulbosus</i> Moraes, Reis & Gondim Jr.	1	0,0003	0,0161
<b>Phytoseiidae</b>			
<i>Amblyseius largoensis</i> (Muma)	6	0,0021	0,0967
<i>Neoseiulus baraki</i> (Athias-Heriot)	5.583	1,9071	89,9758
<i>Neoseiulus recifensis</i> Gondim Jr. & Moraes	1	0,0003	0,0161
<i>Proprioseiopsis neotropicus</i> (Ehara)	1	0,0003	0,0161
<i>Typhodromina subtropical</i> Muma & Denmark	2	0,0007	0,0322
Imaturos	8	0,0027	0,1289
<b>TOTAL DE ÁCAROS PREDADORES</b>	<b>6.205</b>	<b>2,1196</b>	<b>100</b>
<b>Tarsonemidae</b>			
<i>Steneotarsonemus concavuscutum</i> Lofego & Gondim Jr.	270.711	92,4739	94,6853
<i>Steneotarsonemus furcatus</i> De Leon	839	0,2866	0,2935
<b>Eriophyidae</b>			
<i>Aceria guerreronis</i> Keifer	14.356	4,9040	5,0212
<b>TOTAL DE ÁCAROS FITÓFAGOS</b>	<b>285.906</b>	<b>97,6645</b>	<b>100</b>
<b>Ácaros com hábito alimentar desconhecido</b>			
<i>Tarsonemus</i> spp.	<b>632</b>	<b>0,2159</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>	<b>292.743</b>	<b>100</b>	

Tabela 2. Contribuição da variável biótica (*Neoseiulus baraki*) e das variáveis abióticas (Precipitação quinzenal (mm) e temperatura média quinzenal (°C)), ajustadas por meio da regressão *Stepwise*, na explicação da flutuação populacional de *Steneotarsonemus concavuscutum* em frutos do coqueiro ao longo de um ano.

Variáveis	GL	R <sup>2</sup> (Parcial)	R <sup>2</sup> (modelo)	Teste F	P
Precipitação quinzenal (1)	-	0,44	-	-	-
Temperatura média quinzenal (2)	-	0,13	-	-	-
<i>N. baraki</i> (3)	-	0,05	-	-	-
(1)*(2)*(3)	3,22*	-	0,62	8,42	0,0007

3,22\* - 3 corresponde ao grau de liberdade do modelo e 22 ao grau de liberdade do resíduo.

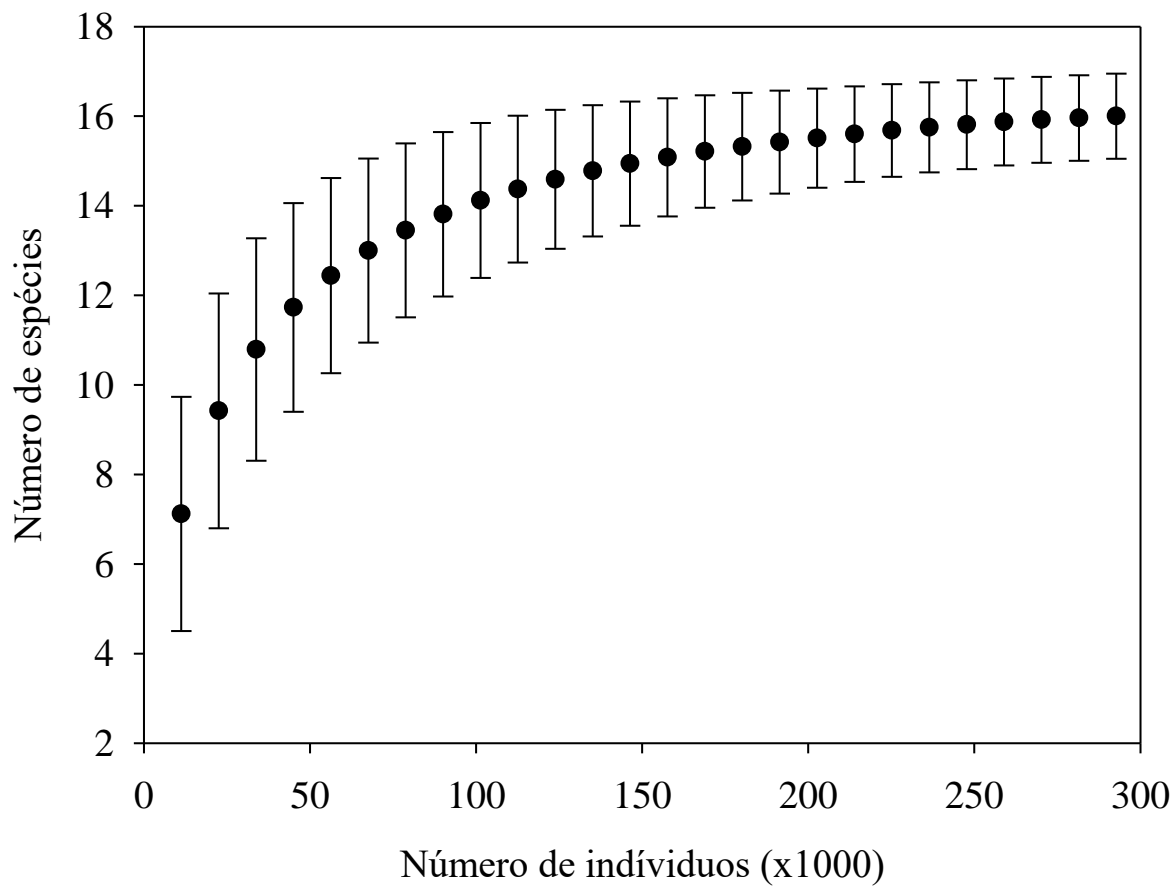


Figura 1. Curva de rarefação representando o número de espécies vs o número de indivíduos coletados em frutos de coqueiro durante o período de um ano no município de Igarassu, Brasil. Barras representam o intervalo de confiança de 95%.



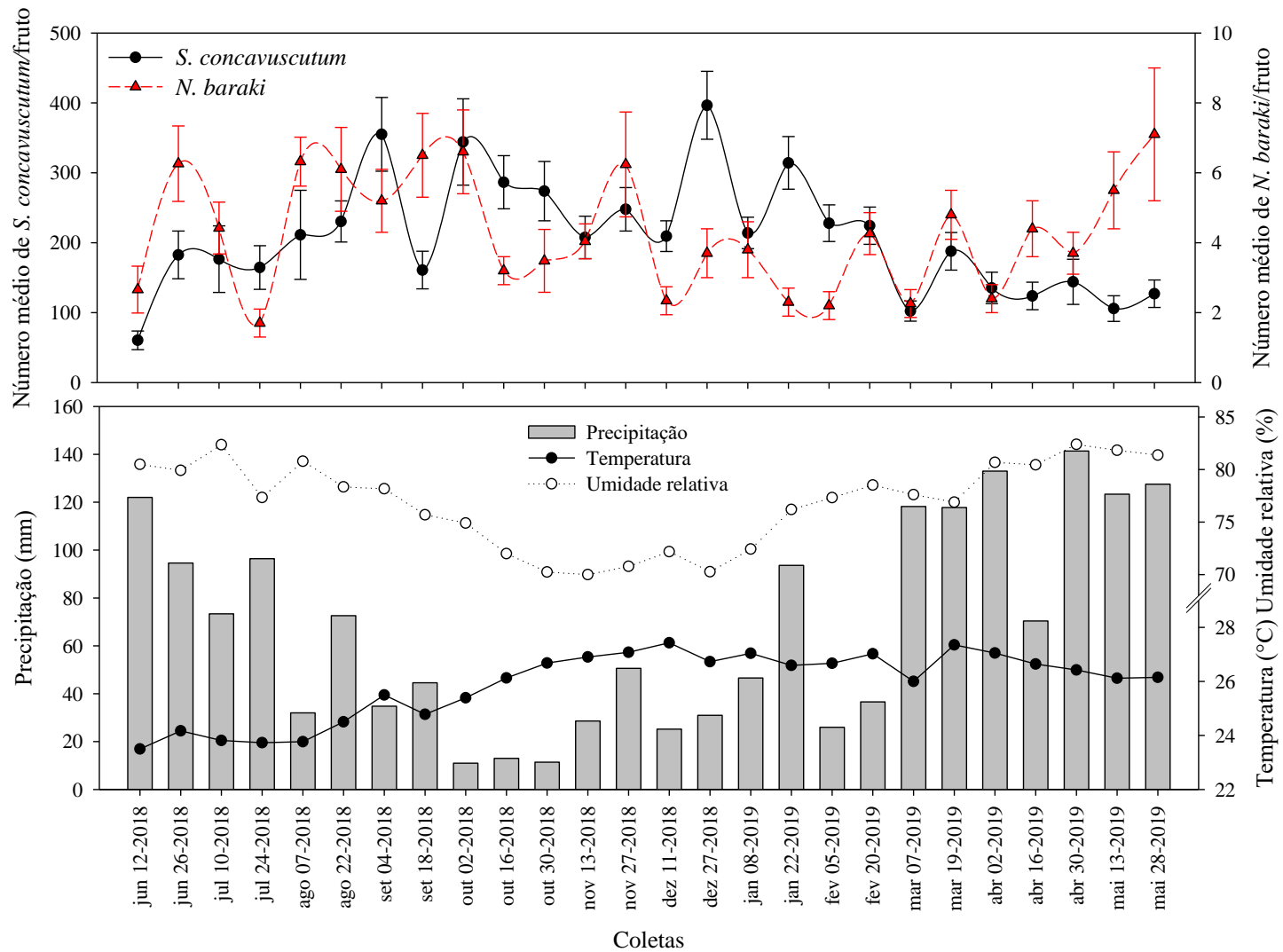


Figura 2. Número médio de *Steneotarsonemus concavuscutum* e *Neoseiulus baraki* por fruto e fatores abióticos (precipitação quinzenal, temperatura e umidade relativa do ar média quinzenal) ao longo de um ano (Jun/2018 a Mai/2019).

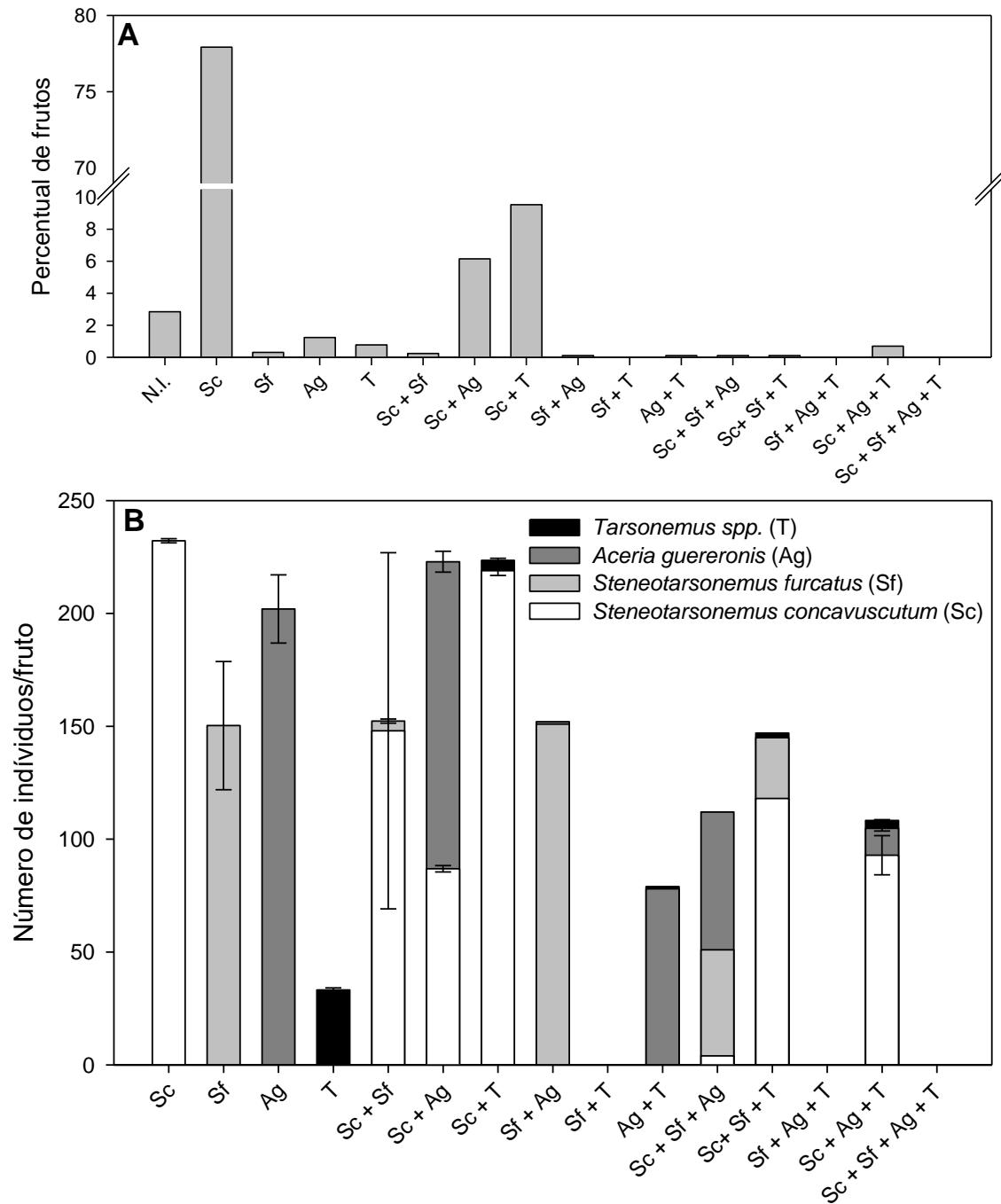


Figura 3. Status de infestação de frutos de *Cocos nucifera*. Percentual de frutos infestados (A) e número médio de indivíduos por fruto (B). Total de frutos = 1300. N.I. = frutos não infestados.

## CAPÍTULO 5

### É POSSÍVEL UTILIZAR AS ESCALAS DIAGRAMÁTICAS DESENVOLVIDAS PARA

*Aceria guerreronis* KEIFER PARA ESTIMAR POPULAÇÕES DE *Steneotarsonemus*

*concauscutum* LOFEGO & GONDIM JR. EM FRUTOS DE COQUEIRO (*Cocos nucifera* L.)? <sup>1</sup>

GIRLEIDE V. DE FRANÇA-BELTRÃO<sup>2</sup>, VANESKA B. MONTEIRO<sup>2</sup>, JOSÉ W.S. MELO<sup>3</sup>,

DÉBORA B. LIMA<sup>4</sup>, ANIBAL R. OLIVEIRA<sup>5</sup> & MANOEL G.C. GONDIM JR<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,

Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia - Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister

Hull,60356- 001, Fortaleza, CE, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Zoologia – Centro de Biociência, Universidade Federal de Pernambuco,

Avenida Professor Moraes Rego, 50670-420, Recife, PE, Brasil.

<sup>5</sup> Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rod. Jorge Amado, Km

16, 45662-900, Ilhéus, BA, Brasil.

---

<sup>1</sup>França-Beltrão, G.V., V.B. Monteiro, J.W.S. Melo, D.B. Lima, A.R. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. É possível utilizar as escalas diagramáticas desenvolvidas para *Aceria guerreronis* Keifer para estimar populações de *Steneotarsonemus concauscutum* Lofego & Gondim Jr. em frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.)? A ser submetido.

RESUMO – Modelos preditivos baseados em escalas diagramáticas de dano foram desenvolvidos para estimar a densidade populacional de *Aceria guerreronis*, importante praga do coqueiro. *Steneotarsonemus concavuscutum* coloniza o mesmo habitat que *A. guerreronis* e causa lesões semelhantes aos frutos do coqueiro. O presente estudo tem por objetivo avaliar a possibilidade do uso dos modelos preditivos desenvolvidos para *A. guerreronis* para estimar as populações de *S. concavuscutum*. Plantas infestadas por *S. concavuscutum* foram selecionadas e frutos foram coletados e avaliados de acordo com as escalas diagramáticas desenvolvidas por Galvão *et al.* (2008) e por Sousa *et al.* (2017). Posteriormente, todas as formas ativas de *S. concavuscutum* foram contabilizadas. Análises gráficas e estatísticas foram realizadas para avaliação de ambos os modelos preditivos. Os modelos mostraram-se inapropriados para estimar a população de *S. concavuscutum*, devido ao distanciamento relativamente grande entre valores esperados e observados. Novos modelos preditivos foram propostos utilizando-se as notas das escalas diagramáticas e os números médios de *S. concavuscutum*/fruto. Para validação dos novos modelos, uma nova coleta foi realizada e os frutos foram avaliados por 10 examinadores de acordo com as escalas diagramáticas. Em seguida, as formas ativas de *S. concavuscutum* foram contabilizadas. O novo modelo baseado nas ilustrações de Galvão *et al.* (2008) subestimou as populações de *S. concavuscutum*, enquanto que o modelo preditivo obtido a partir das ilustrações de Sousa *et al.* (2017a) geraram valores próximos aos esperados, mostrando-se adequado para estimar as populações de *S. concavuscutum*.

**PALAVRAS-CHAVES:** Eriophyidae, Tarsonemidae, escala diagramáticas de danos, densidade populacional, coqueiro

IS IT POSSIBLE TO USE THE DIAGRAMMATIC SCALE DEVELOPED FOR *Aceria guerreronis* KEIFER TO ESTIMATE POPULATIONS OF *Steneotarsonemus concavuscutum* LOFEGO & GONDIM JR. IN COCONUT FRUITS (*Cocos nucifera* L.)?

ABSTRACT – Predictive models based on diagrammatic damage scales were developed to estimate the population density of *Aceria guerreronis*, an important coconut pest. *Steneotarsonemus concavuscutum* colonizes the same habitat as *A. guerreronis* also causes similar lesions on coconut fruits. This study aims to evaluate the possibility of using predictive models developed for *A. guerreronis* to estimate *S. concavuscutum* populations. Plants infested by *S. concavuscutum* were selected and fruits were collected and evaluated according to diagrammatic scales developed by Galvão *et al.* (2008) and by Sousa *et al.* (2017). Subsequently, all active forms of *S. concavuscutum* were accounted for. Graphical and statistical analyzes were performed to evaluate both predictive models. The models proved to be inadequate to estimate the population of *S. concavuscutum*, due to the relatively disparity between expected and observed values. New predictive models were proposed using the notes of the diagrammatic scales and the mean numbers of *S. concavuscutum* per fruit. To validate the new models, a new collection was carried out and the fruits were evaluated by 10 examiners according to diagrammatic scales. Then, active forms of *S. concavuscutum* were accounted for. The new model based on the illustrations by Galvão *et al.* (2008) underestimated the populations of *S. concavuscutum*, while the predictive model obtained from the illustrations by Sousa *et al.* (2017a) generated values close to the expected showing to be adequate to estimate the populations of *S. concavuscutum*.

KEY WORDS: Eriophyidae, Tarsonemidae, diagrammatic damage scales, population density, coconut

## Introdução

Diferentes artrópodes são considerados pragas na cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (Lepesme 1947), dentre os quais se destacam diversos ácaros que contribuem para redução significativa da produção (Ferreira *et al.* 1998). Os ácaros podem causar danos tanto nas folhas como nos frutos (Moraes & Flechtmann 2008), e as espécies mais comumente relatadas na América são: *Aceria guerreronis* Keifer, *Amrineus cocofolius* Flechtmann (Eriophyidae), *Retracrus johnstoni* Keifer (Phytoptidae), *Raoiella indica* Hirst (Tenuipalpidae), *Steneotarsonemus concavuscutum* Lofego & Gondim Jr. e *Steneotarsonemus furcatus* De Leon (Tarsonemidae) (Santana & Flechtmann 1998, Ferreira *et al.* 2001, Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008, Melo *et al.* 2018). Alguns destes ácaros ocorrem nos frutos, causando necrose, deformação, resinose e abortamento, reduzindo seu valor comercial, como *A. guerreronis* e *S. concavuscutum* (Ferreira *et al.* 2001, Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Haq 2011, Rezende *et al.* 2016).

*Aceria guerreronis*, popularmente conhecido como ácaro-da-necrose-do-coqueiro, é considerado o principal ácaro praga da cultura. Sua ocorrência tem sido relatada em diversos países (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Negloh *et al.* 2011, Al-Shanfari *et al.* 2013, Navia *et al.* 2013, Aratchige *et al.* 2016), onde tem causado perdas significativas à produção (Navia *et al.* 2013, Aratchige *et al.* 2016, Rezende *et al.* 2016). Isto tem estimulado diversos estudos destinados ao conhecimento de aspectos bioecológicos dessa espécie, inclusive que proporcionem medidas de controle eficazes para redução das perdas provocadas (Moore 2000, Lima *et al.* 2012, Melo *et al.* 2012, Monteiro *et al.* 2012, Melo *et al.* 2015, Silva *et al.* 2017). Por se tratar do principal ácaro praga da cultura (maior frequência e abundância em frutos de coqueiro no Brasil (Lawson-Balagbo *et al.* 2008, Reis *et al.* 2008)), muitos produtores atribuem as necroses promovidas aos frutos unicamente a *A. guerreronis*, negligenciando a ocorrência de outros ácaros que promovem danos

semelhantes, como *S. concavuscutum* e *S. furcatus* (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Reis *et al.* 2008, França-Beltrão 2021 Cap. 2).

*Steneotarsonemus concavuscutum* e *S. furcatus* podem dividir o mesmo nicho ecológico com *A. guerreronis* (Navia *et al.* 2005, Lawson-Balagbo *et al.* 2007, Lima *et al.* 2017, Paz Neto *et al.* 2020), de modo que a ocorrência simultânea destas pragas no perianto, região meristemática protegida pelas brácteas florais, dificulta sua identificação. No entanto, as necroses promovidas por *S. concavuscutum* e por *S. furcatus* apresentam margens paralelas longitudinalmente ao longo do fruto, formando uma lesão retangular (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006), já as promovidas por *A. guerreronis* apresentam margens convergentes, formando uma lesão triangular (Navia *et al.* 2013). Muitos produtores não conseguem distinguir essas necroses e frequentemente atribuem às perdas promovidas a cultura apenas a *A. guerreronis*. Estas informações são importantes para os produtores, pois dependendo da praga, o controle químico recomendado pode ser diferente, pelo fato dos pesticidas indicados não apresentarem a mesma eficiência contra todas as espécies (Monteiro *et al.* 2012, França *et al.* 2018).

A estimativa do número de ácaros no perianto dos frutos do coqueiro é difícil devido ao seu pequeno tamanho, fototropismo negativo e às grandes populações neste habitat. Alguns trabalhos têm desenvolvido escalas diagramáticas que permitem a estimativa da densidade populacional de *A. guerreronis* no perianto por meio das necroses promovidas na superfície dos frutos (Galvão *et al.* 2008, Sousa *et al.* 2017a). Tais escalas caracterizam-se por serem de fácil uso e aplicáveis a diferentes condições, permitindo uma avaliação rápida, com resultados precisos e acurados (Campbell & Madden 1990). Embora, tanto a escala de Galvão *et al.* (2008) quanto a de Sousa *et al.* (2017a) sejam baseadas na área necrosada do fruto, as notas da primeira consideram a média da percentagem da superfície necrosada para cada face do fruto, enquanto que as notas da segunda se baseiam na percentagem do perímetro do perianto necrosado. Como os danos nos frutos relativos a

*A. guerreronis* são semelhantes aos relativos a *S. concavuscutum*, existe a expectativa de que também possam ser utilizadas para esse tarsonemídeo. Portanto, o presente estudo testa as seguintes hipóteses: (i) os modelos preditivos utilizados para estimar o número médio de *A. guerreronis* em frutos de coqueiro são adequados para estimar o número médio de *S. concavuscutum*; (ii) as escalas de intensidade de danos (ilustrações) podem ser utilizadas para confeccionar novos modelos preditivos adequados para estimar o número médio de *S. concavuscutum*.

## Material e Métodos

**Predição do número médio de *S. concavuscutum* por fruto através dos modelos propostos por Galvão *et al.* (2008) e por Sousa *et al.* (2017a).** Cinco plantas de coqueiro (híbridos nativos) com cerca de 10 anos de idade que apresentavam necroses nos frutos causados apenas por *S. concavuscutum* foram selecionadas no município de Igarassu-PE (7°50'S, 34°54'W). Este local foi selecionado com base em avaliações prévias. Todos os frutos dos cachos de 2 a 8 (os números correspondem à idade em meses dos frutos) foram acondicionados separadamente por idade em sacos plásticos e transportados ao laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), totalizando 943 frutos. As amostras foram armazenadas em refrigerador a 10°C até o término do processamento (aproximadamente 8 dias no máximo).

Todos os frutos coletados foram submetidos a um processo de avaliação visual, através do qual cada fruto recebeu notas de acordo com as escalas diagramáticas desenvolvida por Galvão *et al.* (2008) e por Sousa *et al.* (2017a). Posteriormente, cada fruto teve suas brácteas florais removidas cuidadosamente com auxílio de uma tesoura de poda e de uma espátula. Tanto as brácteas florais quanto a região meristemática dos frutos foram examinadas sob estereomicroscópio e todas as formas ativas de *S. concavuscutum* foram contabilizadas. De cada fruto, 10 ácaros foram coletados



e montados em preparações para microscopia em meio de Hoyer para posterior confirmação da espécie (*S. concavuscutum*).

Para avaliação de ambos os modelos preditivos (Galvão *et al.* 2008 e Sousa *et al.* 2017a) foram realizadas tanto análises visuais/gráficas (dispersão de pontos), quanto estatísticas. Na análise visual/gráfica valores observados (número de formas ativas de *S. concavuscutum*/fruto) e esperados (estimativa da população de *S. concavuscutum*/fruto através dos modelos) foram plotados em função das notas dos respectivos modelos preditivos. A sobreposição e/ou proximidade da maioria dos pontos em cada nota do modelo sugere adequação do modelo, enquanto que o distanciamento da maioria dos pontos em cada nota sugere sua não adequação. Em seguida, os dados foram submetidos a regressões lineares ( $y = a + bx$ ), onde a aceitação da hipótese de nulidade ( $a = 0$  e  $b = 1$ , assim  $y = x$ ) implica na adequação do modelo, enquanto a rejeição da hipótese de nulidade ( $a \neq 0$  ou  $b \neq 1$ , assim  $y \neq x$ ) implica na sua inadequação. Os valores do intervalo de confiança a 95% dos parâmetros  $a$  e  $b$  das regressões lineares foram observados para o teste da hipótese de nulidade.

**Proposição de um novo modelo preditivo para estimar o número médio de *S. concavuscutum* por fruto.** Os números médios de *S. concavuscutum*/fruto observados no item anterior e as respectivas notas de ambas as escalas diagramáticas (Galvão *et al.* 2008 e Sousa *et al.* 2017a) foram submetidos a novas análises de regressão com o nível de dano dos frutos (percentagem de área necrosada) como variável independente e número médio de *S. concavuscutum*/fruto como variável dependente. Os modelos significativos de regressão ( $P < 0,05$ ) foram testados dos modelos mais simples aos mais complexos, sendo selecionados com base nos critérios de parcimônia com altos valores de  $F$  e aumento de  $R^2$  com a complexidade dos modelos. Os novos modelos obtidos foram submetidos a um teste de validação.

**Validação dos novos modelos preditivos.** Dez frutos de cada um dos cachos de 2 a 8 meses de idade (totalizando 70 frutos), com danos causados por *S. concavuscutum*, foram colhidos no

município de Igarassu-PE (7°50'S, 34°54'W) e levados ao laboratório. Com base nas escalas diagramáticas de danos propostas por Galvão *et al.* (2008) e Sousa *et al.*(2017a), notas foram atribuídas aos frutos por cada um de 10 avaliadores. Em seguida, as brácteas foram retiradas com auxílio de uma tesoura de poda e uma espátula, contabilizando-se todas as formas ativas de *S. concavuscutum* em cada fruto. Por fim, realizou-se análise de adequação dos modelos que consistiu na submissão dos dados obtidos a regressões lineares ( $y = a + bx$ ) e teste da hipótese de nulidade das mesmas, conforme descrito no primeiro item.

## Resultados

**Predição do número médio de *S. concavuscutum* por fruto através dos modelos propostos por Galvão *et al.* (2008) e por Sousa *et al.* (2017a).** A análise gráfica dos modelos preditivos evidenciou um distanciamento entre valores esperados e observados (Fig. 1), sugerindo uma inadequação de ambos os modelos, o que foi confirmado pela análise estatística com a hipótese de nulidade ( $a = 0$  e  $b = 1$ , assim  $y = x$ ) sendo rejeitada. Para os modelos lineares, os intervalos de confiança do coeficiente angular ( $b$ ) não compreendiam o valor 1, sendo ambos diferentes e inferiores a 1 (Tabela 1).

**Proposição de um novo modelo preditivo para estimar o número médio de *S. concavuscutum* por fruto.** No novo modelo obtido com a escala proposta por Galvão *et al.* (2008) (Fig. 2A), o número médio de *S. concavuscutum*/fruto aumentou gradativamente de 15 ácaros/fruto na nota 1 (representando 1% de intensidade de dano) até 160 ácaros/fruto na nota 48 (representando 48% de intensidade de dano), quando verificou-se o pico populacional. Em seguida, ocorreu uma redução drástica no número médio de ácaros/fruto nos frutos que apresentaram intensidade de dano de 70%. No novo modelo obtido com a escala proposta por Sousa *et al.* (2017a) (Fig. 2b), o número médio de *S. concavuscutum*/fruto aumentou gradativamente de 6 ácaros/fruto na nota 1 (representando 1%

de intensidade de dano) até 127 ácaros/fruto na nota 48 (representando 48% de intensidade de danos). Nas notas subsequentes (70 e 100%) observou-se certa estabilidade no número médio de ácaros/fruto.

**Validação dos novos modelos preditivos.** Todos os avaliadores ao utilizar o novo modelo preditivo para a escala diagramática proposta por Galvão *et al.* (2008) subestimaram o número médio de *S. concavuscutum*/fruto (hipótese de nulidade rejeitada com coeficiente angular significativo e inferior a 1). Todas as estimativas feitas pelos avaliadores com o novo modelo preditivo para a escala diagramática proposta por Sousa *et al.* (2017a), no entanto, geraram valores próximos ao esperado (hipótese de nulidade aceita com coeficiente angular não diferente de 1 e coeficiente linear não diferente de 0) (Tabela 2).

### Discussão

O local habitado por *S. concavuscutum* e o elevado número de ácaros encontrados dificulta a contabilização desses organismos. As escalas desenvolvidas para estimar populações de *A. guerreronis* para coqueiro são promissoras para trabalhos ecológicos na cultura (Galvão *et al.* 2008, Sousa *et al.* 2017a). A utilização dessas escalas para estimar a densidade populacional de ácaros facilita o trabalho, além disso as ilustrações da escala proposta por Sousa *et al.* (2017a), permite sua utilização para duas espécies distintas (*A. guerreronis* e *S. concavuscutum*)

Os modelos preditivos desenvolvidos por Galvão *et al.* (2008) e Sousa *et al.* (2017a) para *A. guerreronis* não se mostraram apropriados para estimar a população de *S. concavuscutum*. Embora algumas variações na correlação entre intensidade de danos e densidade populacional de *A. guerreronis* tenham sido observadas com o uso desses modelos em diferentes variedades do coqueiro, idade do fruto e localidade (Galvão *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012, Sousa *et al.* 2017a, Sousa *et al.* 2017b), o fato deles estimarem populações de uma mesma espécie, com um mesmo

padrão de alta densidade populacional, não inviabiliza seu uso. No entanto, a discrepância nas densidades populacionais de *A. guerreronis* (muito altas) e de *S. concavuscutum* (mais baixas) provavelmente impossibilita a utilização dos mesmos modelos para o tarsonemídeo, o que já era esperado por tratar-se de espécies distintas e que apresentam números médios de ácaros por fruto bem diferentes (Reis *et al.* 2008, Souza *et al.* 2012, França-Beltão 2021 Cap. 2).

Na validação da adequação dos novos, apenas o modelo desenvolvido com a escala de Sousa *et al.* (2017a) mostrou-se adequado, sendo provável que as diferentes formas de avaliação utilizadas tenham influenciado no resultado. As ilustrações dos danos da escala de Galvão *et al.* (2008) atribuem notas às três faces dos frutos, e a média dessas notas é o que compõe sua escala, enquanto as ilustrações dos danos da escala desenvolvida por Sousa *et al.* (2017a) atribuem notas baseadas no perímetro do fruto danificado, próximo as brácteas florais. Ao utilizarem as ilustrações da escala diagramática desenvolvida por Galvão *et al.* (2008), todos os avaliadores subestimaram o número médio de *S. concavuscutum* por fruto e, possivelmente, esse erro pode ter ocorrido devido à necessidade do emprego de uma média após a atribuição das notas por face, levando a equívocos na aproximação dos valores obtidos com os valores que compõe a escala. Além disso, as diferenças no formato dos danos de *A. guerreronis* e *S. concavuscutum* (Navia *et al.* 2005, Lofego & Gondim Jr. 2006, Navia *et al.* 2013) podem ter dificultado a atribuição das notas pelos diferentes avaliadores, de modo que, ao utilizar o modelo preditivo desenvolvido com as ilustrações de Sousa *et al.* (2017a), todos os avaliadores conseguiram estimativas próximas ao modelo real criado para *S. concavuscutum*. Possivelmente, essa melhor adequação deve-se à utilização do perímetro do fruto danificado próximo às brácteas ao invés da área total do fruto necrosada, pois assim os avaliadores não confundem os danos promovidos pelos diferentes ácaros.

O resultado desse trabalho mostra que, embora os modelos preditivos das escalas diagramáticas de Galvão *et al.* (2008) e Sousa *et al.* (2017a) para estimar populações de *A.*

*guerreronis* não são adequados para *S. concavuscutum*. O novo modelo proposto neste trabalho, baseado nas ilustrações de Sousa *et al.* (2017a), para estimar o número médio de *S. concavuscutum*/fruto é adequado, permitindo maior praticidade na avaliação em campo, bem como em trabalhos que necessitem da contabilização desses ácaros, proporcionando o desenvolvimento de estudos com maior rapidez e eficiência.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa.

### **Literatura Citada**

- Al-Shanfari, A., F.C.C. Hountondji, H. Al-Zawamri, H. Rawas, Y. Al-Mashiki, G.J. de Moraes, D. Moore & S.R. Gowen. 2013.** Occurrence and seasonal prevalence of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Eriophyidae), and associated arthropods in Oman. *Exp. Appl. Acarol.* 60: 139-151.
- Aratchige, N.S., A.D.N.T. Kumara & N.I. Suwandharathne. 2016.** The coconut mite: current global scenario, p. 321-342. In A.K. Chakravarthy & S. Sridhara (eds.), *Economic and ecological significance of arthrods in diversified ecosystems*. Berlin, Springer, 448p.
- Campbell, C.L. & L.V. Madden. 1990.** *Introduction to plant disease epidemiology*. New York, John Wiley, 532p.
- Ferreira, J.M.S., M.F. Lima, D.L. Santana, J.I.L. Moura & L.A. Siqueira. 1998.** Pragas do coqueiro, p. 189-267. In J.M.S. Ferreira, D.R.N. Warwick & L.A. Siqueira (eds.), *A cultura do coqueiro no Brasil*. Brasília, Embrapa-SPI, 292p.
- Ferreira, J.M.S., R.P.C. Araújo & F.B. Sarro. 2001.** Mancha anelar do fruto do coqueiro: agente causal e danos. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 20p. (Série Documentos, 27).
- França-Beltrão, G.V. de. 2021.** Tarsonemídeos associados ao perianto de frutos do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no litoral do Nordeste do Brasil: ocorrência, taxonomia e bioecologia. Tese de Doutorado, UFRPE, Recife, 132p.

- França, G.V. de, V.B. Monteiro, D.B de Lima, M.G.C. Gondim Jr. 2018.** Toxicity of acaricides to and the behavioural response of *Steneotarsonemus concavuscutum* (Acari: Tarsonemidae). Crop Prot. 112: 83-89.
- 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.
- Haq, M.A. 2011.** Coconut destiny after the invasion of *Aceria guerreronis* in India. Zoosymposia 6: 160-169.
- 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* 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. de Moraes, R. Hanna & P. Schausberger. 2008.** Exploration of the acarine fauna on coconut palm in Brazil with emphasis on *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and its natural enemies. Bull. Entomol. Res. 98: 83-96.
- Lepesme P. 1947.** Les Insects des Palmiers. Paris, Paul Lechevalier, 904p.
- Lima, D.B., J.W.S. Melo, M.G.C. Gondim Jr. & G.J. Moraes. 2012.** Limitations of *Neoseiulus baraki* and *Proctolaelaps bickleyi* as control agents of *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 56: 233-246.
- Lima, D.B., H.K.V. Oliveira, J.W.S. Melo, M.G.C Gondim Jr., M. Sabelis, A. Pallini & A. Janssen. 2017.** Predator performance is impaired by the presence of a second prey species. Bull. Entomol. Res. 107: 313-321.
- Lofego, A.C. & M.G.C. Gondim Jr. 2006.** A new species of *Steneotarsonemus* (Acari: Tarsonemidae) from Brazil. Syst. Appl. Acarol. 11: 195-203.
- Melo, J.W.S., C.A. Domingos, A. Pallini, J.E.M. Oliveira, M.G.C. Gondim Jr. 2012.** Removal of bunches or spikelets is not effective for the control of *Aceria guerreronis*. Hortscience 47: 626-630.
- Melo, J.W.S., D.B. Lima, H. Staudacher, F.R. da Silva, M.G.C. Gondim Jr. & M.W. Sabelis. 2015.** Evidence of *Amblyseius largoensis* and *Euseius alatus* as biological control agent of *Aceria guerreronis*. Exp. Appl. Acarol. 67: 411-421.
- Melo, J.W.S., D. Navia, J.A. Mendes, R.M.C. Filgueiras, A.V. Teodoro, J.M.S. Ferreira, E.C. Guzzo, I.V. de Souza, R.S. de Mendonça, E.C. Calvet, A.A. Paz Neto, M. G.C. Gondim Jr, E.G.F. de Moraes, M.S. Godoy, J.R. dos Santos, R.I.R. Silva, V.B. da Silva, R.F. Norte, A.B. Oliva, R.D.P. dos Santos & C.A. Domingos. 2018.** The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. Int. J. Acarol. 44: 1-4.

- Monteiro, V.B., D.B. Lima, M.G.C. Gondim Jr. & H.A.A Siqueira. 2012.** Residual bioassay to assess the toxicity of acaricides against *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) under laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 105: 1419-1425.
- Moore, D. 2000.** Non-chemical control of *Aceria guerreronis* on coconuts. BioControl 21: 83-88.
- Moraes, G.J. de & C.H.W. Flechtmann. 2008.** Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 308p.
- Navia, D., G.J. de Moraes, A.C. Lofego & C.H.W. Flechtmann. 2005.** Acarofauna associada a frutos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) de algumas localidades das Américas. Neotrop. Entomol. 34: 349-354.
- Navia, D., M.G.C. Gondim Jr., N.S. Aratchige & G.J. de Moraes. 2013.** A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. Exp. Appl. Acarol. 59: 67-94.
- Negloh, K., R. Hanna & P. Schausberger. 2011.** The coconut mite, *Aceria guerreronis*, in Benin and Tanzania: occurrence, damage and associated acarine fauna. Exp. Appl. Acarol. 55: 361-374.
- Paz Neto, A.A., J.W.S. Melo, D.B. Lima, M.G.C. Gondim Jr. & A. Janssen. 2020.** Field distribution patterns of pests are asymmetrically affected by the presence of other herbivores. Bull. Entomol. Res. 110: 1-9.
- 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.
- Rezende, D., J.W.S. Melo, J.E. Oliveira & M.G.C. Gondim Jr. 2016.** Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. Exp. Appl. Acarol. 69: 297-310.
- Santana, D.L.Q. & C.H.W. Flechtmann. 1998.** Mite (Arthropoda: Acari) associates of palms (Arecaceae) in Brazil I: present status and new records. Rev. Bras. Zool. 15: 959-963.
- Silva, V.F., G.V. França, J.W.S. Melo, R.N.C. Guedes & M.G.C. Gondim JR. 2017.** Targeting hidden pests: acaricides against the coconut mite *Aceria guerreronis*. J. Pest. Sci. 90: 207-215.
- Sousa, A.S.G., M.G.C. Gondim Jr., P.S. Argolo & A.R. Oliveira. 2017a.** Evaluating damage in the perianth: a new diagrammatic scale to estimate population level of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) in coconut fruits. Acta Agron. 66: 141-147.
- Sousa, A.S.G., P.S. Argolo, M.G.C. Gondim Jr., G.J. de Moraes & A.R. Oliveira. 2017b.** Influence of fruit age of the Brazilian Green Dwarf coconut on the relationship between *Aceria*

*guerreronis* population density and percentage of fruit damage. Exp. Appl. Acarol.72: 329-337.

**Souza, I.V., M.G.C. Gondim Jr., A.L.R. Ramos, E.A. dos Santos, M.I.F. Ferraz & A.R. Oliveira. 2012.** Population dynamics of *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and other mites associated with coconut fruits in Una, state of Bahia, northeastern Brazil. Exp. Appl. Acarol. 58: 221-233.



Tabela 1. Intercepto ( $a$ ), coeficiente angular da reta ( $b$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da equação obtida por meio da regressão linear simples relacionando o número de *Steneotarsonemus concavuscutum* com as escalas diagramáticas e teste de hipótese de nulidade.

Escalas diagramáticas	Modelo $y = a + bx$		$R^2$	$P$
	$a \pm EP$ (IC 95%)	$b \pm EP$ (IC 95%)		
Galvão <i>et al.</i> (2008)	48,1 $\pm$ 26,9 (-17,8 – 113,9)	0,02 $\pm$ 0,01* (-0,02 – 0,07)	0.48	0.21
Souza <i>et al.</i> (2017)	34,2 $\pm$ 16,3 (-4,4 – 72,8)	0,02 $\pm$ 0,01* (0,01 – 0,05)	0.55	0.02

\*Situações onde a hipótese de nulidade ( $a = 0$  ou  $b = 1$ ) foi rejeitada pela não inclusão do valor 0 para  $a$  ou 1 para  $b$  no intervalo de confiança (95%).

Tabela 2. Validação dos novos modelos preditivos a partir das notas atribuídas através da escala diagramática proposta por Galvão *et al.* 2008 e Sousa *et al.* 2017.

Avaliador	Galvão <i>et al.</i> (2008)		Souza <i>et al.</i> (2017)	
	<i>a</i> (IC 95%)	<i>b</i> (IC 95%)	<i>a</i> (IC 95%)	<i>b</i> (IC 95%)
A	98,5* (52,1 – 145,1)	-0,25* (-0,70 – 0,20)	-28,4 (-157,9 – 101,1)	0,95 (-0,11 – 2,03)
B	118,8* (64,2 – 173,3)	-0,42* (0,91 – 0,06)	58,8 (-31,7 – 149,4)	0,24 (-0,57 – 1,06)
C	111,7* (36,9 – 186,4)	-0,31* (-0,97 – 0,33)	-14,6 (-113,9 – 84,6)	0,94 (0,03 – 1,85)
D	117,5* (68,1 – 166,9)	-0,44* (-0,91 – 0,02)	-12,1 (-110,8 – 86,7)	0,89 (0,01 – 1,76)
E	95,6* (48,4 – 142,9)	0,02* (-0,45 – 0,45)	7,7 (-11,6 – 128,0)	0,64 (-0,33 – 1,62)
F	84,3* (24,4 – 144,1)	-0,06* (-0,61 – 0,47)	-7,2 (-91,4 – 77,1)	0,96 (0,12 – 1,79)
G	116,7* (33,3 – 200,2)	-0,35* (-1,06 – 0,36)	1,8 (-91,9 – 95,6)	0,75 (-0,06 – 1,57)
H	87,9* (29,0 – 146,9)	-0,13* (-0,65 – 0,37)	-55,7 (-214,7 – 103,3)	1,18 (-0,13 – 2,50)
I	120,7* (55,9 – 185,6)	-0,39* (-0,93 – 0,14)	-66,4 (-224,9 – 92,7)	1,25 (-0,04 – 2,55)
J	62,0 (-22,3 – 146,4)	0,11* (-0,64 – 0,86)	-71,3 (-182 – 39,4)	1,45 (0,45 – 2,45)

\*Situações onde a hipótese de nulidade ( $a=0$  ou  $b=1$ ) foi rejeitada pela não inclusão do valor 0 para o coeficiente linear ( $a$ ) ou 1 para o coeficiente angular ( $b$ ) no intervalo de confiança (95%).

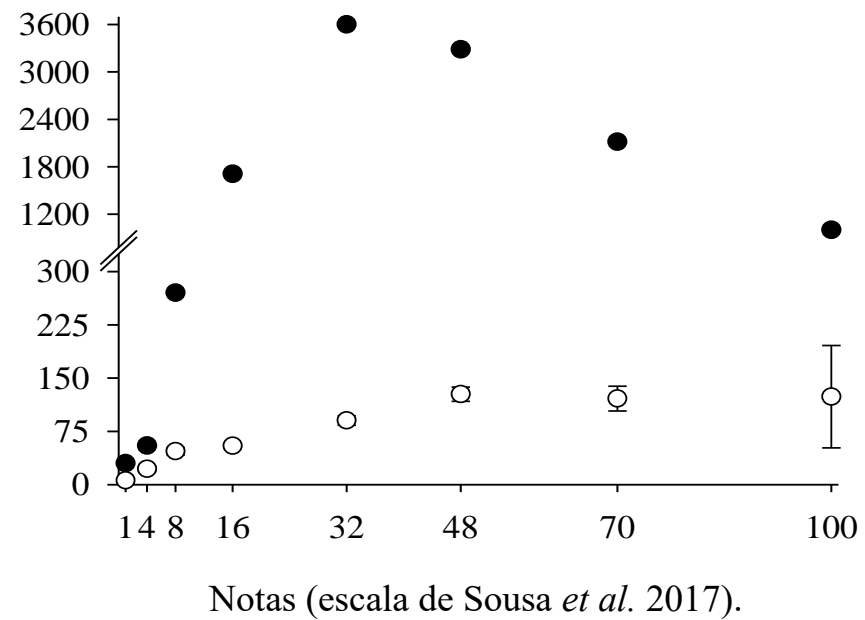
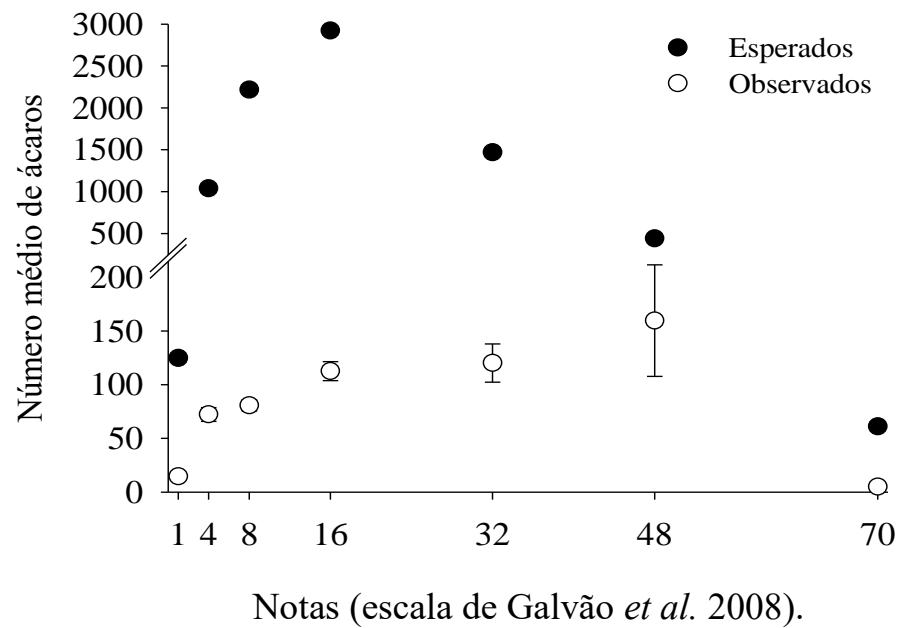


Figura 1. Valores observados e esperados em função das ilustrações das escalas desenvolvidas por Galvão *et al.* 2008 e Sousa *et al.* 2017a.

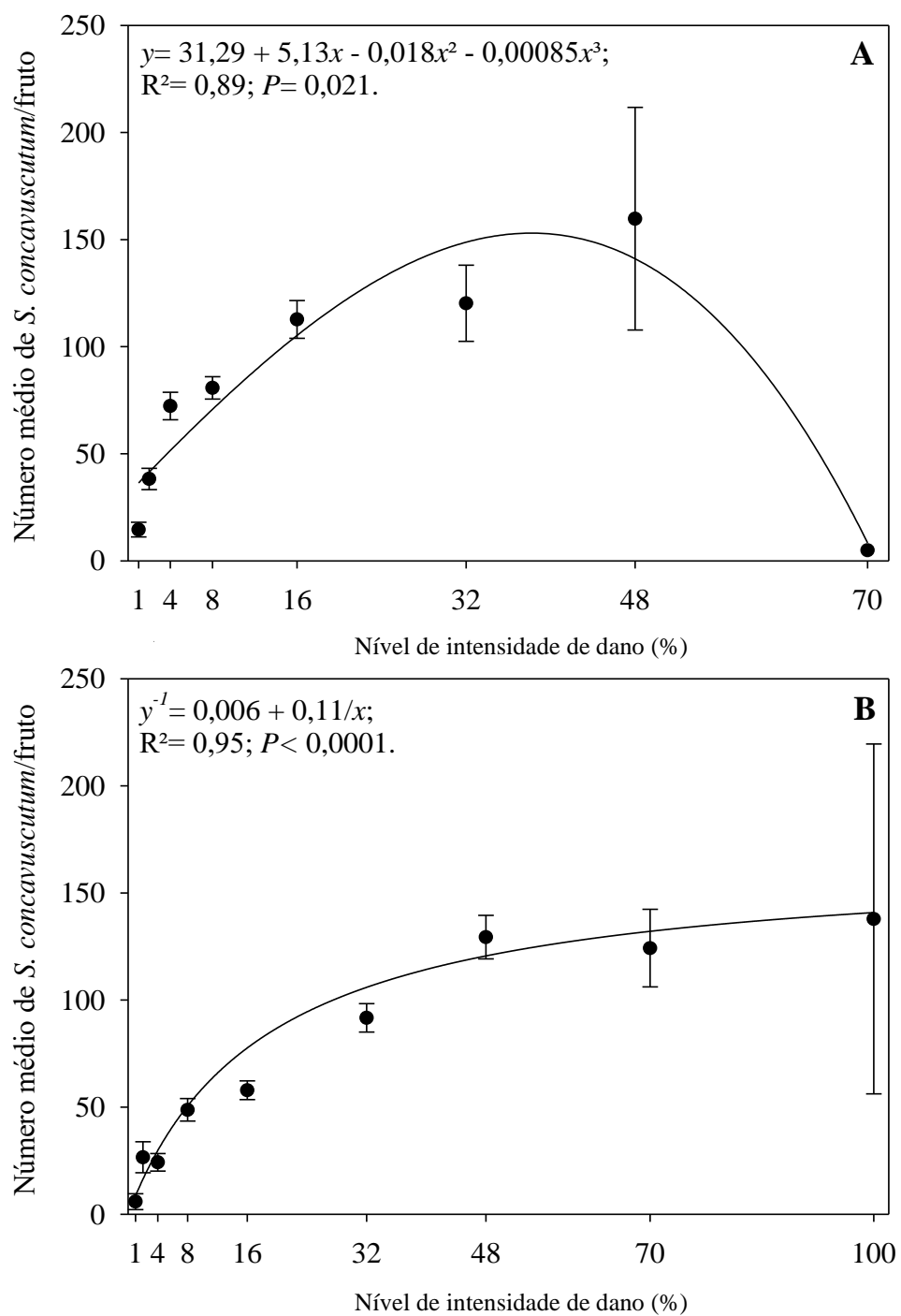


Figura 2. Novos modelos preditivos para estimar o número médio de *Steneotarsonemus concavuscutum*/frutos. Modelos estatísticos elaborados com base nas notas de nível de intensidade de dano proposto nas escalas diagramáticas de Galvão *et al.* 2008 (A) e de Sousa *et al.* 2017 (B).

## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento ecológico, biológico e morfológico das espécies que habitam o perianto dos frutos do coqueiro permite uma melhor compreensão das relações que elas apresentam entre si e com o habitat onde sobrevivem. O perianto é habitado por uma grande diversidade de ácaros, dentre os quais, algumas espécies pertencentes à família Tarsonemidae. Esses tarsonemídeos apresentam ampla distribuição no litoral do nordeste brasileiro, predominando as espécies *Steneotarsonemus concavuscutum* e *Steneotarsonemus furcatus*, ácaros responsáveis por ocasionar lesões nos frutos. O gênero *Tarsonemus* também é relatado no perianto dos frutos, contudo pouco se sabe sobre sua diversidade e hábito alimentar. Quatro diferentes morfoespécies desse gênero foram encontradas nesse estudo, sendo elas estudadas morfológicamente, contribuindo com a identificação das espécies do gênero *Tarsonemus* que ocorrem no país. Os *Tarsonemus* pertencentes à morfoespécie I podem se alimentar tanto do perianto, como de ovos de *S. concavuscutum* e *A. guerreronis*. No entanto, seu hábito alimentar preferido é ainda desconhecido, pois a micofagia ainda não foi avaliada. *Steneotarsonemus concavuscutum* foi a espécie predominante no estudo de distribuição intra-planta e dinâmica realizado em campo, contudo isto pode ser diferente, dependendo da localidade. A distribuição intra-planta de *S. concavuscutum* é influenciada pela idade dos frutos e ocorrência de outras espécies, sobretudo do predador *N. baraki*, que pode ser promissor no controle biológico dessa praga. A densidade populacional de *S. concavuscutum* sofre variações ao longo do ano, sendo essa flutuação decorrente, sobretudo da influência da precipitação, temperatura e do ácaro predador *N. baraki*. A elevada densidade populacional de *S. concavuscutum* no perianto, seu

reduzido tamanho e fototropismo negativo dificultam bastante estudos com essa espécie. O modelo preditivo desenvolvido para estimar a população de *S. concavuscutum* neste estudo permitiu maior praticidade na avaliação das populações deste ácaro, e poderá beneficiar também trabalhos futuros que necessitem da contabilização desses ácaros, permitindo o desenvolvimento de estudos com maior rapidez e eficiência. Os resultados desse estudo enriquecem os conhecimentos atuais sobre a fauna de ácaros da família Tarsonemidae que ocorre no perianto de frutos do coqueiro.