

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP.

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

RODRIGO DAMASCO DAUD

RESISTÊNCIA DE CLONES DE SERINGUEIRA AO ATAQUE DE
***Calacarus heveae* FERES (ACARI, ERIOPHYIDAE): ASPECTOS**
BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DA ACAROFAUNA E ANÁLISES
FISIOLÓGICAS DE PLANTAS INFESTADAS

São José do Rio Preto – SP

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP.

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

RODRIGO DAMASCO DAUD

BIÓLOGO

RESISTÊNCIA DE CLONES DE SERINGUEIRA AO ATAQUE DE
Calacarus heveae **FERES (ACARI, ERIOPHYIDAE): ASPECTOS**
BIOLÓGICOS E ECOLÓGICOS DA ACAROFAUNA E ANÁLISES
FISIOLÓGICAS DE PLANTAS INFESTADAS

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

ORIENTADOR: PROF. DR. REINALDO JOSÉ FAZZIO FERES

São José do Rio Preto – SP

2009

Daud, Rodrigo Damasco.

Resistência de clones de seringueira ao ataque de *Calacarus heveae* feres (Acari, Eriophyidae) : aspectos biológicos e ecológicos da acarofauna e análises fisiológicas de plantas infestadas / Rodrigo Damasco Daud. – São José do Rio Preto : [s.n.], 2009. 130 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Reinaldo José Fazzio Feres

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Acarologia. 2. Diversidade biológica. 3. Seringueira. 4. *Hevea brasiliensis*. 5. Plantas - Resistência a doenças e pragas. 6. Plantas cultivadas – Fisiologia. I. Feres, Reinaldo José Fazzio. II. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 595.42

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

RODRIGO DAMASCO DAUD

Tese de doutorado: Resistência de Clones de Seringueira ao Ataque de *Calacarus heveae*
Feres (Acari, Eriophyidae): Aspectos Biológicos e Ecológicos da Acarofauna e Análises
Fisiológicas de Plantas Infestadas

DATA DA DEFESA: 20 DE NOVEMBRO DE 2009

BANCA EXAMINADORA

- 1) Prof. Dr. Reinaldo J.F. Feres (Orientador) _____
UNESP, São José do Rio Preto

- 2) Prof. Dr. Carlos H.W. Flechtmann _____
ESALQ/USP, Piracicaba

- 3) Prof. Dr. Carlos A.L. de Oliveira _____
UNESP, Jaboticabal

- 4) Profa. Dra. Marineide R. Vieira _____
UNESP, Ilha Solteira

- 5) Prof. Dr. Antonio C. Lofego _____
UNESP, São José do Rio Preto

- 6) Prof. Dr. Gilberto J. de Moraes _____
ESALQ/USP, Piracicaba

- 7) Dr. Jeferson L. de C. Mineiro _____
Instituto Biológico, Campinas

- 8) Prof. Dr. Gustavo Q. Romero _____
UNESP, São José do Rio Preto

Dedico este trabalho

À minha esposa, Francine Zocoler de Mendonça, pelo apoio, carinho e compreensão, que foram essenciais para a realização de meu doutorado.

Aos meus pais, Ademir e Ângela, por toda a ajuda e educação concedida durante a minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que de certa forma ajudaram a realização de meu trabalho, em especial:

Ao meu orientador, Prof. Reinaldo J.F. Feres, pela oportunidade, ensinamentos e conselhos que foram fundamentais para a minha formação acadêmica e pessoal, e para realização do trabalho de pesquisa.

Aos amigos de laboratório (em ordem alfabética): Adriano Mendonça, Eduardo Silva, Eliseu Castro, Fábio Akashi, Felipe Nuvoloni, Fernanda Silva, José Rezende, José Souza, Marcelo Del'Arco, Peterson Demite, Raquel Kishimoto, Rodrigo Verona, Vimaél Russo e Viviane Mattos. Todos vocês contribuíram para o desenvolvimento da tese, seja nas discussões, trocas de informações, nos auxílios para a realização dos experimentos e no fornecimento de artigos.

Aos Engenheiros Agrônomos Cássio H. J. Scomparin e Fernando S. Fonseca (Plantações Edouard Michelin, Ltda.) pelas informações concedidas sobre os cultivos estudados. Aos técnicos Júlio C. de Andrade e Maria de L.S. Siqueira, da mesma empresa, pela realização das coletas de campo (Capítulos I e II).

Aos Drs. Aníbal R. Oliveira (UESC, Ilhéus) e Antonio C. Lofego (UNESP, São José do Rio Preto) pelo auxílio na identificação das espécies de Oripodidae e Tarsonemidae, respectivamente (Capítulo II).

Aos professores Dr. Antonio C. Lofego (UNESP, São José do Rio Preto) e Dra. Marineide R. Vieira (UNESP, Ilha Solteira) pelas valiosas críticas e sugestões concedidas durante o meu exame de qualificação.

A professora Dra. Elenice de C. Conforto e a auxiliar técnica Regiane P. Andreoli (UNESP, São José do Rio Preto, SP) pela realização das análises fisiológicas das mudas de seringueira (Capítulo IV).

Ao professor Dr. Nelson S. Bittencourt Jr. (UNESP, São José do Rio Preto, SP) pela realização das análises morfológicas dos folíolos (Capítulo IV).

Ao Sr. Ginaldo V. dos Santos (Auxiliar Técnico Acadêmico, Depto. de Engenharia de Alimentos, UNESP, São José do Rio Preto) pela realização das análises nutricionais dos folíolos de seringueira (Capítulo III).

Ao produtor Vander B. Ruy (Viveiros Seringueira.com, Monte Aprazível, SP) pela enxertia e doação das mudas de seringueira para o experimento e ao Dr. Erivaldo J. Scaloppi Jr. (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Votuporanga, SP) pelo fornecimento das borbulhas de GT 1 e RRIM 600 utilizadas na enxertia (capítulo IV).

Aos Drs. Carlos H. W. Flechtmann (Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP), Russell F. Mizell (University of Florida, Quincy, USA) e Thomas M. Perring (University of California, Riverside, USA) pelo envio de artigos.

Ao viveiro de mudas “Vaz de Lima” pela doação das mudas utilizadas em testes pilotos, do capítulo IV.

A todos os docentes do Programa de Pós Graduação em Biologia Animal pelos ensinamentos concedidos durante as disciplinas.

Auxílio Financeiro

O presente trabalho recebeu apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), empresa Plantações Edouard Michelin Ltda. (PEM), Itiquira, MT, Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão de São José do Rio Preto (FAPERP) e da Associação Paulista dos Produtores e Beneficiadores de Borracha (APABOR).

SUMÁRIO

ABSTRACT.....	1
RESUMO.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	4
REFERÊNCIAS.....	8
Capítulo I. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari: Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso	
Abstract.....	11
Resumo.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	14
Resultados.....	16
Discussão.....	18
Referências.....	20
Legendas das figuras.....	23
Capítulo II. Composição e estrutura da comunidade de ácaros (Arachnida, Acari) em seis clones da seringueira	
Abstract.....	31
Resumo.....	32
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados.....	37
Discussão.....	41
Referências.....	46
Tabelas.....	51

Legendas das figuras.....	54
Capítulo III. Susceptibilidade de clones de seringueira ao ataque de <i>Calacarus heveae</i> Feres (Acari, Eriophyidae)	
Abstract.....	65
Resumo.....	66
Introdução.....	67
Material e Métodos.....	69
Resultados.....	72
Discussão.....	75
Referências.....	80
Tabelas.....	84
Legendas das figuras.....	88
Capítulo IV. Alterações fisiológicas e na produção de látex ocasionadas pela infestação de <i>Calacarus heveae</i> Feres (Acari, Eriophyidae) em mudas de dois clones de seringueira	
Abstract.....	95
Resumo.....	96
Introdução.....	97
Material e Métodos.....	99
Resultados.....	103
Discussão.....	104
Referências.....	111
Tabelas.....	117
Legendas das figuras.....	122
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	126
ANEXO I.....	130

ABSTRACT. The susceptibility of different rubber tree clones to the attack of *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) was analyzed through field, laboratory and greenhouse essays. In the field essay, we studied the population dynamics of phytophagous mites and its influence on the mite community structure in six rubber trees clones, in a farm belonging to the Plantações Edouard Michelin, Itiquitira, MT. For that, 10 leaflets of 10 different plants were sampled from each of the six clonal plots, from March 2004 to March 2005. We observed in essays performed in the Laboratory of Acarology of Depto. Zoology and Botany, UNESP, São José do Rio Preto, the biological cycle, reproduction and population survivorship of 20 *C. heveae* individuals reared on detached leaflets of clones GT 1, PB 235 and RRIM 600. The essays were repeated four times, in the periods when *C. heveae* was more abundant in the field. For the greenhouse essay, performed in UNESP, São José do Rio Preto, SP, we verified the influence of *C. heveae* attack on physiological processes and on the latex yield in 9 and 11 five-months aged seedlings of the clones RRIM 600 and GT 1, respectively. The phytophagous species had different abundances on the six rubber tree clones and, consequently, influenced the occurrence and distribution of other mite species. The most susceptible clones to the attack of *C. heveae* were PB 260 and RRIM 600, while the most resistant were PB 235, PB 217 and GT 1. In the arenas made of detached leaflets, *C. heveae* had faster development, high reproductive rate and survivorship increase on PB 235 and RRIM 600. Probably, the different ages of the plants used in field and laboratory essays influenced the conflicting results in relation to PB 235 susceptibility to *C. heveae*. The *C. heveae* attack decreased the photosynthetic rate, stomatic conductance and transpiration in the rubber tree seedlings, however, did not caused evident loss on the latex yield. Physiological alterations were less intense in RRIM 600, suggesting this clone has higher physiological tolerance to the attack of *C. heveae*.

KEYWORDS: Biological diversity, *Hevea brasiliensis*, physiological alterations, phytophagous mites, plant resistance, rubber tree

RESUMO. Através de experimentos de campo, laboratório e de casa de vegetação foi analisada a susceptibilidade de diferentes clones de seringueira ao ataque de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae). Em campo foram estudadas a dinâmica populacional de ácaros fitófagos e sua influência na estrutura da comunidade de ácaros em seis clones da seringueira, em área pertencente a empresa Plantações Edouard Michelin, Itiquira, MT. Para isso, foram amostrados 10 folíolos de 10 diferentes plantas em seis parcelas clonais, num intervalo médio de 14 dias, no período de março de 2004 a março de 2005. Em experimentos realizados no Laboratório de Acarologia do Depto. de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto, foram acompanhados o ciclo biológico, a reprodução e sobrevivência populacional de 20 indivíduos de *C. heveae* em folíolos destacados dos clones GT 1, PB 235 e RRIM 600. Os ensaios foram repetidos quatro vezes, sendo cada repetição realizada em período em que se registrou a ocorrência do ácaro no campo. Em ensaio realizado em casa de vegetação, no campus da UNESP, São José do Rio Preto, SP, foi verificada a influência do ataque de *C. heveae* nos processos fisiológicos foliares e na produção de látex em 9 e 11 mudas dos clones RRIM 600 e GT 1, respectivamente, com cinco meses de idade. Foi verificado que a abundância de cada espécie fitófaga diferiu entre os seis clones estudados e, conseqüentemente, exerceu influência na ocorrência e distribuição das espécies diretamente ou indiretamente relacionadas. Os clones mais susceptíveis ao ataque de *C. heveae* foram PB 260 e RRIM 600, enquanto os mais resistentes PB 235, PB 217 e GT 1. Em arenas confeccionadas com folíolos destacados, *C. heveae* apresentou rápido ciclo biológico e maior taxa reprodutiva e sobrevivência em PB 235 e RRIM 600. Provavelmente, as diferenças na idade das plantas utilizadas nos experimentos de campo e laboratório influenciaram os

resultados conflitantes em relação a susceptibilidade de PB 235 ao ácaro. O ataque de *C. heveae* reduziu a taxa fotossintética, condutância estomática e taxa de transpiração nas mudas de seringueira, entretanto, não ocasionou perdas na produção de látex. As alterações fisiológicas foram menos acentuadas em plantas do clone RRIM 600, o que evidencia a maior tolerância fisiológica desse clone ao ataque de *C. heveae*.

PALAVRAS-CHAVE: Ácaros fitófagos, alterações fisiológicas, diversidade biológica, *Hevea brasiliensis*, resistência de plantas, seringueira

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae), planta nativa da região amazônica, é a maior fonte existente de borracha natural. Devido as suas propriedades superiores em relação à borracha sintética, a borracha natural vem sendo utilizada como matéria-prima na fabricação de materiais bélicos, pneus, luvas cirúrgicas, preservativos, entre outros produtos (Gonçalves *et al.* 2001). Atualmente, o estado de São Paulo é o maior produtor nacional de borracha, responsável por 53% da produção, seguido por Mato Grosso e Bahia, que contribuem com 25,95 e 11,65% da produção nacional, respectivamente (Instituto Agrônômico de Campinas 2007). Entretanto, o sistema de plantio na forma de monocultura associado com os fatores edafo-climáticos das regiões onde a seringueira foi introduzida, criaram oportunidade para o desenvolvimento de fitófagos, propiciando assim, o aparecimento de espécies-praga, tais como o ácaro *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae).

Calacarus heveae ocorre na face adaxial dos folíolos de *H. brasiliensis*, durante os meses de outubro a junho (Feres 2000). O ataque intenso dessa espécie pode provocar desfolha precoce nas plantas (Vieira & Gomes 1999) e ocasionar perdas de até 30% na produção de látex (matéria-prima na fabricação de borracha), segundo informações de alguns produtores (Feres 2000). O controle dessa espécie tem sido realizado somente com defensivos agrícolas, sendo o bromopropilato um dos mais eficientes desses produtos (Ferla & Moraes 2003a, Viera & Gomes 1999 e 2001).

Ferla & Moraes (2003b) indicaram *Agistemus floridanus* Gonzalez (Acari, Stigmaeidae) como potencial inimigo natural de *C. heveae*, com base na taxa de oviposição de fêmeas daquele predador quando alimentadas com esse fitófago. Embora predadores desse gênero tenham sido registrados com frequência em levantamentos da acarofauna nos seringais paulistas e matogrossenses (Feres *et al.* 2002, Ferla & Moraes 2002, Bellini *et al.* 2005), são

geralmente encontrados em pequena abundância, o que leva a crer que o resultado dessa possível predação de *C. heveae* não seja significativo em condições naturais. Tanzini *et al.* (2000) registraram a infecção de *C. heveae* pelo fungo *Hirsutella thompsonii* em exemplares coletados nos seringais de Itiquira, MT, contudo, ainda existem dificuldades na criação massal desse patógeno (M.R. Tanzini com. pess.).

O plantio de variedades de plantas resistentes tem sido uma forma alternativa de diminuir a população de pragas, sendo aplicado com sucesso em vários países (Lara 1991). Segundo Lara (1991), a utilização de variedades resistentes é considerada o método ideal de controle de pragas, uma vez que suas populações podem ser reduzidas abaixo do nível de dano econômico sem causar distúrbio ou poluição no ambiente, e ainda, sem provocar qualquer ônus adicional ao agricultor. Altieri *et al.* (2003) enumera diversos trabalhos que registaram que o aumento de diversidade genética em monocultivos através da mistura de variedades de plantas pode diminuir o potencial para ocorrência de pragas em culturas. Além dessas vantagens, essa técnica pode ser utilizada em conjunto com outros métodos de controle, pois é praticamente compatível com todos eles.

A seringueira apresenta características ideais para programas de plantio de variedades resistentes, pois, como consequência dos resultados das diversas pesquisas de melhoramento genético no Brasil e no sudeste asiático, centenas de variedades de clones dessa planta foram produzidas e estão disponíveis no mercado nacional (Gonçalves *et al.* 2001). Todavia, poucos estudos focalizaram a resistência de clones de seringueira ao ataque de artrópodes fitófagos. Segundo Feres (2000), alguns produtores de seringueira tem observado que os clones IAN 873, PB 235 e 260 são os mais afetados e os clones GT 1 e RRIM 600 os mais resistentes aos efeitos do ataque de *C. heveae*. Furquim (1999) *apud* Tanzini (1999), através de trabalhos de campo no município de Jaboticabal, SP, detectou maiores infestações desse fitófago nos clones PB 235, RRIM 701, PR 261 e PR 255, e menores nos clones RRIM 600, IAN 873 e

GT 1. Lara & Tanzini (1997) estudaram a preferência de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Hemiptera, Tingidae), outra importante praga da seringueira, por diferentes clones e concluíram que GT 1 e IAN 873 foram os mais susceptíveis, enquanto que os clones Fx 4037, RO 38 e 46 os mais resistentes ao ataque desse inseto. Com exceção deste último trabalho, que enfocou uma espécie de inseto, os outros dois realizados com *C. heveae* se restringiram somente a estudos de campo, conseqüentemente, as informações sobre a resistência desses clones ao ataque de fitófagos são ainda limitadas. Além disso, nem sempre as diferenças na resistência entre linhagens de plantas são facilmente detectadas apenas pela análise de um único parâmetro, tornando-se necessários estudos de vários aspectos, incluindo trabalhos de campo, em casa de vegetação e laboratório, que além de apresentar maior confiabilidade dos resultados (Lara 1991), poderão também auxiliar na identificação dos mecanismos envolvidos na resistência. Devido a esses motivos, foram estudadas as diferenças e os possíveis mecanismos envolvidos na resistência de diferentes clones da seringueira ao ataque de *C. heveae*.

Essa tese de doutorado foi dividida em quatro capítulos. No capítulo I, constam os resultados de um estudo sobre a dinâmica populacional de ácaros fitófagos, incluindo *C. heveae*, em seis clones de seringueira cultivados no sul do estado de Mato Grosso. No capítulo II, nessa mesma área de estudo, foi verificada a influência da abundância das espécies fitófagas na estrutura das comunidades de ácaros nesses seis clones. Já no capítulo III, foram estudados, em condições controladas, o ciclo biológico, reprodução e a sobrevivência de *C. heveae* em folíolos destacados de três clones, que foram escolhidos com base nos resultados do capítulo I, por representarem os de maior e menor susceptibilidade ao ataque do ácaro. Por último, no capítulo IV, foi discutida a influência do ataque de *C. heveae* nos processos fisiológicos foliares e na produção de látex em mudas de dois clones da seringueira.

Referências

- Altieri, M.A., E.N. Silva & C.I. Nicholls. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Ed. Holos, 226p.
- Bellini, M.R., G.J. de Moraes & R.J.F. Feres. 2005. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. Neotrop. Entomol. 34 (3): 475-484.
- Feres, R.J.F. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. Rev. Bras. Zool. 17 (1): 157-173.
- Feres, R.J.F., D. de C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. Santos. 2002. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (1): 137-144.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2002. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no estado do Mato Grosso, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (3): 867-888.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003a. Efeito de diferentes concentrações de acaricidas e inseticidas-acaricidas sobre *Calacarus heveae* Feres, 1992 e *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Acari: Eriophyidae e Tenuipalpidae). Acta Biol. Leopoldensia 25 (2): 179-185.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003b. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. Rev. Bras. Zool. 20 (1): 153-155.
- Gonçalves, P.S., O.C. Bataglia, A.A. Ortolani & F.S. Fonseca. 2001. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Boletim Técnico IAC 189, 77p.

- Instituto Agronômico de Campinas (IAC). 2007. Programa seringueira: Importância da borracha natural. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/centros/centro_cafe/seringueira/importcult.htm (Último acesso em 02 de outubro de 2009).
- Lara, F.M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, 2ª edição, Ícone Editora, 336p.
- Lara, F.M & M.R. Tanzini. 1997. Nonpreference of the lace bug *Leptoparsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera: Tingidae) for rubber tree clones. An. Soc. Entomol. Bras. 26 (3): 429-434.
- Tanzini, M.R. 1999. Manejo integrado do percevejo-de-renda da seringueira e ácaros na *Hevea*. In: Gonçalves, P.S. & J.F.C. Benesi. 1st. Ciclo de palestras sobre heveicultura paulista. Barretos, SP.
- Tanzini, M.R., S.B. Alves, M.A. Tamai, G.J de Moraes & N.F. Ferla. 2000. An epizootic of *Calacarus heveae* (Acari: Eriophyidae) caused by *Hirsutella thompsonii* on rubber trees. Exp. Appl. Acarol. 24: 141-144.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 1999. Sintomas, desfolhamento e controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Cult. Agron. 8 (1): 53-71.
- Vieira M.R. & E.C. Gomes. 2001. Avaliação de acaricidas no controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira através de contagem em campo. Cult. Agron. 10 (1): 145-158.

CAPÍTULO I

**Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari: Eriophyidae,
Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato
Grosso**

Publicado na Revista Brasileira de Entomologia 51 (3): 377-381. Ano de 2007 (Anexo 1)

Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari: Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso

ABSTRACT. Population dynamics of phytophagous mites (Acari: Eriophyidae, Tenuipalpidae) on six rubber trees clones in south of Mato Grosso State. The population dynamics of *Calacarus heveae* Feres, 1992, *Phyllocoptruta seringueirae* Feres, 1998 (Eriophyidae) and *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Tenuipalpidae) was studied on six rubber tree clones (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) in south of Mato Grosso State, Brazil, in order to verify the seasonality and the possible differences on the infestation levels of these mites. The samplings were made from March 2004 to March 2005, with an average interval of fourteen days between each collect. In each sampling, 100 leaflets were taken from each clone crop, and the total number of mites found in both leaf surfaces was registered. The infestation levels of mites differed among the clones. The clone RRIM 600 showed the highest number of *T. heveae*, while PB 235 and PB 260 had the highest abundance of *P. seringueirae* and *C. heveae*, respectively. On the other hand, this latter clone had the smallest infestation of *T. heveae* and *P. seringueirae*, while in PB 235 the lowest population of *C. heveae*. The critical period of mite infestation was observed in the first semester, although, there were variation in the duration of phytophagous occurrence and the infestation peak on six rubber trees clones studied.

KEYSWORD. Acari, *Hevea brasiliensis*, infestation, pest mites, seasonality

RESUMO. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari: Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso. Foi estudada a dinâmica populacional de *Calacarus heveae* Feres, 1992, *Phyllocoptruta seringueirae* Feres, 1998 (Eriophyidae) e *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), com o intuito de conhecer a sazonalidade e as possíveis diferenças nos níveis de infestação dessas espécies sobre os diferentes clones, em seringal localizado no sul do Estado de Mato Grosso. Para isso, no período de março de 2004 a março de 2005, foram realizadas coletas num intervalo médio de catorze dias em seis parcelas clonais. Em cada amostragem, foram analisados 100 folíolos de cada parcela, registrando-se o número total de ácaros encontrados em ambas as faces. Os níveis de infestação das espécies variaram entre os diferentes clones. O clone RRIM 600 apresentou maior abundância de *T. heveae*, enquanto que PB 235 e PB 260 de *P. seringueira* e *C. heveae*, respectivamente. Por outro lado, esse último clone apresentou menor número de indivíduos de *T. heveae* e *P. seringueirae*, e PB 235 de *C. heveae*. O primeiro semestre foi o período crítico de infestação, porém a duração da ocorrência e o pico de abundância dos fitófagos variaram nos diferentes clones.

PALAVRAS-CHAVE. Acari, *Hevea brasiliensis*, infestação, pragas, sazonalidade

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae), planta nativa da Região Amazônica, é a maior fonte de borracha natural (Gonçalves *et al.* 2001). Devido à sua importância econômica, essa planta foi introduzida em várias regiões do Brasil na forma de monocultura. Esse sistema de plantio, associado aos fatores edafo-climáticos desses locais, propiciaram condições para o surgimento de espécies-praga. O Estado de Mato Grosso é considerando o terceiro maior produtor de borracha, responsável por 16,2% da produção nacional, ficando atrás do Estado de São Paulo (60,9%) e Bahia (20,5%) (IAC 2006).

Calacarus heveae Feres, 1992 (Acari, Eriophyidae) tem sido considerado o principal ácaro-praga da seringueira nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil (Feres 2000; Ferla & Moraes 2002; Gallo *et al.* 2002). Vieira *et al.* (2000) afirmaram que dependendo de diversos fatores ambientais e intrínsecos das plantas, o ataque de *C. heveae* pode ocasionar dois tipos de sintomas nos folíolos: (1) amarelecimento progressivo dos folíolos intercalados por áreas verdes, sendo que as manchas amareladas, com o passar do tempo, podem tornar-se avermelhadas, e (2) pontuações amarelas, com ou sem áreas necróticas centrais. Grandes infestações dessa espécie podem provocar níveis de desfolha acima de 75% e ocasionar, segundo alguns produtores, perdas de até 30% na produção de látex, matéria-prima na fabricação da borracha (Vieira & Gomes 1999; Feres 2000). Ferla & Moraes (2003a) estudaram o ciclo biológico dessa espécie no clone PB 260 e registraram um período de cerca de nove dias da fase de ovo a adulto e fecundidade média de 16,2 ovos/fêmea. O controle dessa espécie tem sido realizado somente com defensivos agrícolas, sendo o bromopropilato, o mais eficiente desses produtos (Ferla & Moraes 2003b; Vieira & Gomes 1999, 2001).

Outros ácaros fitófagos da seringueira que têm merecido atenção são *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Acari, Tenuipalpidae) e *Phyllocoptruta seringueirae* Feres, 1998 (Acari, Eriophyidae). *Tenuipalpus heveae*, diferentemente de *C. heveae*, ocorre preponderantemente na face abaxial, e em grandes infestações pode provocar sintomas de ferrugem nos folíolos e

intensa desfolha nos seringais (Pontier *et al.* 2000). Além disso, alguns estudos revelaram a sua resistência a alguns defensivos agrícolas (Feres *et al.* 2002; Ferla & Moraes 2003b). *Tenuipalpus heveae* tem um período de desenvolvimento relativamente longo, cerca de 23,5 dias de ovo a adulto e deposita seus ovos principalmente ao longo das margens da nervura central e em outros lugares protegidos do folíolo (Pontier *et al.* 2000). *P. seringueirae* tem sido relatado com frequência em seringais paulistas e mato-grossenses, porém, é normalmente registrado em menor abundância (Feres *et al.* 2002; Ferla & Moraes 2002; Bellini *et al.* 2005) e, aparentemente, não provoca danos significativos às plantas.

O estudo da dinâmica populacional de espécies-praga pode favorecer a realização de práticas eficientes de manejo, com a determinação do período de ocorrência das infestações, do pico populacional e da época em que ocorre o reaparecimento das espécies no campo. A flutuação populacional de ácaros em monoculturas de seringueira foi estudada por alguns autores que realizaram amostragens mensais dos ácaros associados ao clone RRIM 600 (Bellini *et al.* 2005; Hernandez & Feres 2006; Vis *et al.* 2006). O objetivo deste trabalho foi conhecer a sazonalidade e as possíveis diferenças nos níveis de infestação de *C. heveae*, *P. seringueirae* e *T. heveae* nos diferentes clones, em seringal localizado no sul do Estado de Mato Grosso.

Material e Métodos

Áreas de estudo. Pertencentes à Fazenda Plantações E. Michelin Ltda. - PEM (17°23'S, 54°45'W), município de Itiquira, MT; propriedade com 8.484,52 ha de área cultivada com mais de 100 clones de seringueira. Foram utilizadas as áreas denominadas “CCGE 1 e CCGE 2”, cujas plantas tinham cerca de 18 anos de idade, isentas de aplicação de agrotóxicos desde dezembro de 2002. Foram estudados os clones GT 1, PB 217, PB 235, PB 260, PR 255 e RRIM 600, cultivados em parcelas de cerca de 0,42 ha cada.

Amostragens. As coletas foram realizadas num intervalo médio de 14 dias, da segunda quinzena de março de 2004 ao início de março de 2005. A amostragem foi limitada ao interior do cultivo de cada clone para se evitar o efeito de borda. Em cada coleta e em cada clone, foram tomadas aleatoriamente, com auxílio de um podão com cabo telescópico, 10 folhas ao redor da copa de 10 diferentes plantas até uma altura de 7 m, totalizando 100 folhas por parcela clonal. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel, separados por clone, e armazenadas em caixas isotérmicas de poliestireno. Esse material foi enviado por via aérea, no mesmo dia da coleta, para o laboratório de Acarologia da UNESP, São José do Rio Preto, SP, sendo recebido num período médio de 48 horas. Em laboratório, o material foi armazenado a 10°C por no máximo 10 dias, até ser totalmente analisado. Para o estudo da dinâmica populacional, um folíolo de cada folha amostrada foi analisado sob microscópio estereoscópico, sendo registrado o número total de ácaros encontrados em ambas as faces. Cerca de 15 exemplares de cada espécie de ácaro, selecionados ao acaso, foram montados em lâminas de microscopia com o meio de Hoyer (Flechtmann 1975) e depositados na coleção de Acari (DZSJRP) – <http://www.splink.cria.org.br>, do Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto, SP, como material testemunho.

Os parâmetros climáticos foram obtidos através da estação meteorológica da PEM, localizada cerca de 2.160 m de distância da área de estudo. Os parâmetros analisados, considerando-se os cinco dias que antecederam as coletas, foram: temperatura média, umidade relativa média do ar, tempo médio de insolação diária e pluviosidade total.

Análises estatísticas. O nível de infestação das três espécies estudadas nos diferentes clones foi comparada através do teste G. Correções de Bonferroni (α/n) foram usadas para comparações pareadas (Zar 1999). Esse teste também foi aplicado para comparar a incidência de chuvas entre dois períodos que antecederam as infestações de *C. heveae*: (1) novembro de

2003 a janeiro de 2004 e (2) novembro de 2004 a janeiro de 2005. A umidade relativa média do ar registrada nesses dois períodos foi comparada pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney (Zar 1999).

Não foram considerados nas análises os dados referentes ao período de senescência das folhas.

Resultados

O ácaro fitófago mais abundante registrado foi *T. heveae* com 180.662 indivíduos coletados, seguido pelos eriofiídeos *P. seringueirae* e *C. heveae*, com 144.353 e 9.915 espécimens, respectivamente.

Os níveis de infestação dos ácaros fitófagos diferiram entre os clones de seringueira. No clone RRIM 600, foi registrada a maior infestação de *T. heveae* ($G = 42.670,2$, $gl = 5$, $P < 0,001$) (Fig 1A). *P. seringueirae* foi mais abundante em PB 235 ($G = 49.977,7$, $gl = 5$, $P < 0,001$), enquanto que *C. heveae* em PB 260 ($G = 10.177,5$, $gl = 5$, $P < 0,001$) (Fig. 1A e B). Por outro lado, nesse último clone, foram registradas as menores infestações de *T. heveae* e *P. seringueirae*, e em PB 235, a de *C. heveae*. Embora em número inferior em relação aos clones mais infestados, foi também observado grande número de indivíduos de *P. seringueirae* e *T. heveae* em PR 255, e de *C. heveae* em RRIM 600. Os clones GT 1 e PB 217 apresentaram níveis intermediários de abundância dos três fitófagos estudados (Fig. 1A e B).

A maior abundância das três espécies foi observada nas coletas realizadas no primeiro semestre do ano, antes do período de senescência natural das folhas, que variou em cada clone de seringueira (Fig. 2A–F). O período de ocorrência mais longo de *T. heveae* foi observado no clone GT 1, cuja infestação ocorreu da segunda quinzena de março até a primeira quinzena de julho de 2004 (Fig. 2A), enquanto que o de menor duração foi observado em PR 255 e RRIM 600, com infestação perdurando de março até 31 de maio de 2004 (Fig. 2E e F). Nos demais,

a infestação dessa espécie ocorreu até junho de 2004 (Fig. 2B-D). Após a senescência das folhas, no período seco do ano (Fig. 3), a população de *T. heveae* ocorreu em número reduzido em todos os clones estudados, voltando a se elevar somente a partir de dezembro de 2004 nos clones PB 217, 260, PR 255 e RRIM 600, sendo nesse último em maior número ($G = 3.017,2$, $gl = 4$, $P < 0,001$), e nos demais, a partir de janeiro de 2005 (Fig. 2A-F).

O pico populacional de *T. heveae* variou entre os clones de seringueira. O pico de abundância nos clones PR 255 e GT 1 foi registrado na primeira e segunda quinzena de abril de 2004, respectivamente, período com altos índices pluviométricos e temperatura elevada (Fig. 3). Em PB 217, o pico populacional de *T. heveae* ocorreu na segunda quinzena de fevereiro, enquanto que em PB 235, 260 e RRIM 600 na primeira quinzena de março de 2005, período esse, antecedido por meses chuvosos e de umidade relativa e temperatura elevadas (Figs. 2A-E e 3).

O período de ocorrência mais longo de *P. seringueirae* foi observado nos clones PB 217, 235, 260 e RRIM 600, com a infestação ocorrendo de março até o final de junho de 2004. Nos demais, a população já estava reduzida nesse período, permanecendo assim até o início de janeiro de 2005 (Fig. 2A-F). No clone PB 235, houve um aumento discreto de *P. seringueirae* após a senescência das folhas, na primeira quinzena de setembro de 2004, entretanto, após essa data, houve queda populacional (Fig. 2C). Em todos os clones, a população de *P. seringueirae* voltou a crescer a partir de fevereiro de 2005, em plena estação chuvosa (Fig. 3), atingindo maior abundância no clone PB 235 ($G = 12.629,1$, $gl = 5$, $P < 0,001$) (Fig. 2A-F). A ocorrência de *P. seringueirae* foi sincrônica com *T. heveae* ao longo do ano, embora os picos populacionais e a duração do período de infestação dessas espécies tenham diferido entre os clones estudados.

Similarmente a *T. heveae*, registraram-se diferentes picos populacionais de *P. seringueirae* nos seis clones. Nos clones GT 1 e PB 235, o pico de abundância ocorreu em

março, enquanto que em PB 217, 260 e PR 255 em abril de 2004. Já em RRIM 600 foi registrado no início de março de 2005 (2A-F).

Calacarus heveae foi pouco abundante na maioria dos clones no primeiro semestre de 2004, exceto em PR 255 no início de abril (Fig. 2E). Esse fitófago ocorreu de março a maio em GT 1, PB 217 e RRIM 600, e até junho em PB 235, 260 e PR 255. Por outro lado, após janeiro de 2005, *C. heveae* foi abundante e atingiu pico populacional em fevereiro de 2005 nos clones GT 1, PB 217, 260 e PR 255 e em março (final da estação chuvosa e início da seca, fig. 3) nos clones PB 235 e RRIM 600 (Fig. 2A-F).

A infestação de *C. heveae* em 2005 foi antecedida por período com chuvas mais intensas ($G = 50,44$, $gl = 1$, $p < 0,001$) e com maior umidade relativa do ar ($Z = 4,7$, $p < 0,001$) (Período 2) em relação à mesma época em 2004 (Período 1) (Fig. 4A e B).

Discussão

Calacarus heveae tem sido registrado como o ácaro mais abundante em seringueira no Estado de São Paulo (Feres 2000, Gallo *et al.* 2002, Bellini *et al.* 2005, Demite & Feres 2005, Hernandez & Feres 2006, Vis *et al.* 2006). Infestações de *T. heveae*, principalmente em fevereiro, já foram relatadas por Feres (2000) e Pontier *et al.* (2000) em seringais de Barretos, SP e de Pontes e Lacerda, MS, respectivamente. Feres *et al.* (2002) registraram infestações dessa espécie em seringal de Taquaritinga, SP, onde havia aplicação periódica de pesticidas. Problemas de infestações de *T. heveae* também foram observados por J.F.C. Benesi (com. pess.) em seringais de Goianésia, GO. Apesar do registro de sua grande abundância em alguns seringais (Feres *et al.* 2002, Ferla & Moraes 2002, Bellini *et al.* 2005), infestações de *P. seringueirae*, nos níveis registrados neste trabalho, não haviam sido relatadas até o momento. Além da grande abundância, o período de ocorrência dessas duas espécies foi semelhante.

Como ambas habitam preferencialmente a face abaxial dos folíolos, não foi possível a caracterização dos danos causados nos folíolos por cada uma dessas duas espécies.

As maiores infestações de *C. heveae* foram registradas nos clones PB 260 e RRIM 600 (o segundo mais infestado) e a menor em PB 235. Por outro lado, Furquim (1999) *apud* Tanzini (1999) observou maiores incidências desse ácaro em PB 235 e menores em RRIM 600 e GT 1, num seringal localizado no município de Jaboticabal, SP. Segundo Gallo *et al.* (2002), as condições climáticas e edáficas, a idade e as condições fisiológicas da planta, além de vários outros fatores, podem influenciar na manifestação da resistência de uma espécie vegetal num determinado período, o que pode explicar o diferente resultado encontrado neste trabalho.

No clone GT 1 foi registrada a maior duração no período de infestação de *T. heveae*, sendo que sua população diminuiu somente a partir de julho. Porém, o reaparecimento dessa espécie em campo foi mais rápido e mais intenso em RRIM 600, pois foi nesse clone que a população voltou a aumentar a partir de dezembro. O período de infestação de *P. seringueira* foi maior em PB 235, com a infestação ocorrendo de março até junho de 2004. A recuperação populacional dessa espécie em PB 235 foi mais rápida em relação aos demais, pois *P. seringueirae* foi mais abundante nesse clone logo no início do período de re-infestação (fevereiro de 2005). As maiores infestações registradas e a intensidade do ressurgimento das populações são indicativas de que os clones RRIM 600 e PB 235 podem apresentar menor resistência ao ataque de *T. heveae* e *P. seringueirae*, respectivamente.

O primeiro semestre foi o período crítico de infestação das três espécies nos seringais de Itiquira, MT. Outros autores também observaram esse padrão de ocorrência em seringais de outras localidades. Vieira & Gomes (1999) observaram que o primeiro semestre foi o período mais crítico de infestação de *C. heveae* em seringal de Reginópolis, SP. Feres *et al.* (2002), Bellini *et al.* (2003) e Hernandez & Feres (2006) registraram maior abundância dessas

três espécies nos meses correspondentes ao término da estação chuvosa e início da estação seca na região noroeste do Estado de São Paulo, que corresponde ao período de fevereiro a maio. Já Vis *et al.* (2006) verificaram grande infestação de *C. heveae* entre abril e maio em seringal de Piracicaba, SP. Portanto, se adoção de medidas de controle forem consideradas necessárias, deverão ser feitas entre janeiro e fevereiro, período em que as populações dos ácaros citados encontram-se em maior expansão.

A infestação de *C. heveae* em 2005 foi antecedida por um período com maior índice pluviométrico e, conseqüentemente, com maior umidade relativa do ar, do que a mesma época em 2004. Esses fatores ambientais podem ter propiciado melhores condições para o desenvolvimento desse ácaro. Ferla & Moraes (2003a) obtiveram êxito na criação de *C. heveae* somente com o aumento da umidade relativa nas arenas de criação, e Hernandes & Feres (2006) registraram maior incidência dessa espécie em períodos que foram antecedidos por meses com maior regime de chuvas.

Agradecimentos

À empresa Plantações E. Michelin Ltda., Itiquira, MT, pelo financiamento do estudo. Aos Engenheiros Agrônomos Fernando S. Fonseca e Cássio H.J. Scomparin, pelas informações concedidas sobre os cultivos estudados e aos técnicos Julio C. de Andrade e Maria de L. S. Siqueira da mesma empresa, pela realização das amostragens.

Referências

Bellini, M.R., G.J. de Moraes & R.J.F. Feres. 2005. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 34 (3): 475-484.

- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2005. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. Neotrop. Entomol. 34 (5): 829-836.
- Feres, R.J.F. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. Rev. Bras. Zool. 17 (1): 157-173.
- Feres, R.J.F., D. de C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. Santos. 2002. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (1): 137-144.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2002. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no estado do Mato Grosso, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (3): 867-888.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003a. Ciclo biológico de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari, Eriophyidae). Rev. Bras. Entomol. 47 (3): 399-402.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003b. Efeito de diferentes concentrações de acaricidas e inseticidas-acaricidas sobre *Calacarus heveae* Feres, 1992 e *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Acari: Eriophyidae e Tenuipalpidae). Acta Biol. Leopoldensia 25 (2): 179-185.
- Flechtmann, C.H.W. 1975. Elementos de Acarologia. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 344p.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira-neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E. Berti-filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002. Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Gonçalves, P.S., O.C. Bataglia, A.A. Ortolani & F.S. Fonseca. 2001. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Boletim Técnico IAC 189, 77p.

- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006. Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no noroeste do estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 35 (4): 523-535.
- Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). 2006. Programa seringueira: Importância da cultura. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br>. Acesso: 26 de junho de 2007.
- Pontier, K.J.B., G.J. de Moraes & S. Kreiter. 2000. Biology of *Tenuipalpus heveae* (Acari, Tenuipalpidae) on rubber tree leaves. *Acarologia* 41: 423-427.
- Tanzini, M.R. 1999. Manejo integrado do percevejo-de-renda da seringueira e ácaros na *Hevea*, p. 31-44. In: Gonçalves, P.S. & J.F.C. Benesi. 1st. Ciclo de palestras sobre heveicultura paulista. Barretos, SP.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 1999. Sintomas, desfolhamento e controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Cult. Agron.* 8 (1): 53-71.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 2001. Avaliação de acaricidas no controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira através de contagem em campo. *Cult. Agron.* 10 (1): 145-158.
- Vieira, M.R., E.G. Fabri & E.A. Oliveira. 2000. Sintomatologia do ataque de *Calacarus heveae* em seringueira (*Hevea brasiliensis*). *Rev. Agric.* 75 (3): 405-414.
- Vis, M.J. de, G.J. de Moraes & M.R. Bellini. 2006. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35 (1): 112-120.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall Inc., 4^a ed., 663p+212 App.

Legendas das Figuras

Figura 1. Abundância total de ácaros nos seis cultivos de clones de seringueira, na Fazenda Plantações E. Michelin Ltda., Itiquira, MT, no período de março de 2004 a março de 2005.

(A) *Tenuipalpus heveae* e *Phyllocoptruta seringueirae*, e (B) *Calacarus heveae*.

Figura 2. Dinâmica populacional das três espécies de ácaros fitófagos estudadas, nos diferentes cultivos de clones de seringueira, Fazenda Plantações E. Michelin, Ltda., Itiquira, MT, no período de 24 de março de 2004 a 07 de março de 2005. Clones: (A) GT 1, (B) PB 217, (C) PB 235, (D) PB 260, (E) PR 255, e (F) RRIM 600. Barra: Período natural de senescência.

Figura 3. Precipitação total (mm), umidade relativa (UR%), Temperatura (°C) e horas de sol média (Hsol) nos cinco dias que antecederam as coletas, realizadas na Fazenda Plantações E. Michelin Ltda., Itiquira, MT, entre 24 de março de 2004 a 07 de março de 2005.

Figura 4. Precipitação total (A) e umidade relativa média (B) em plena estação chuvosa, de novembro de 2003 a janeiro de 2004 (Período 1) e de novembro de 2004 a janeiro de 2005 (Período 2), na Fazenda Plantações E. Michelin Ltda, Itiquira, MT. Diferentes letras entre as barras significam diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade.

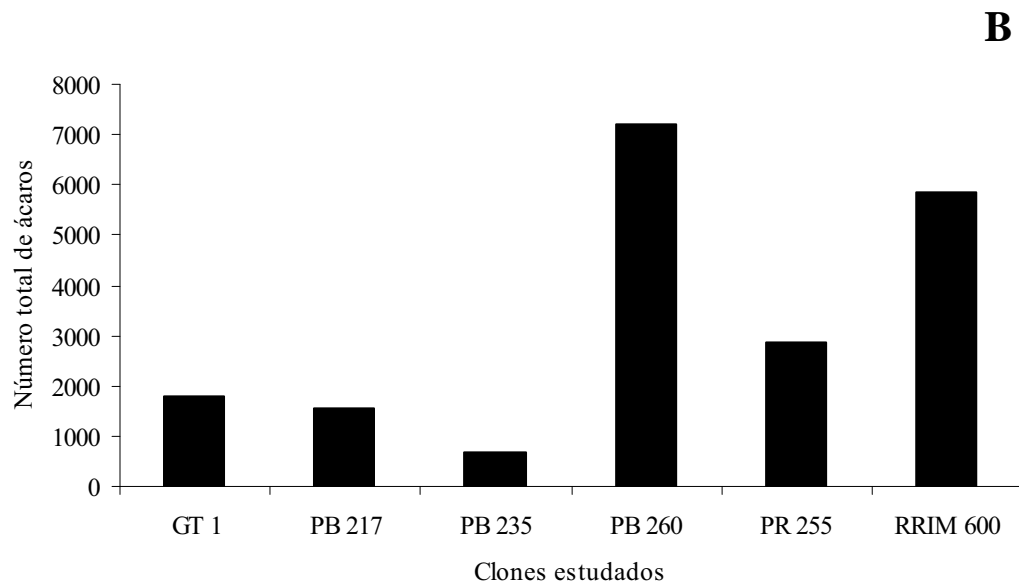
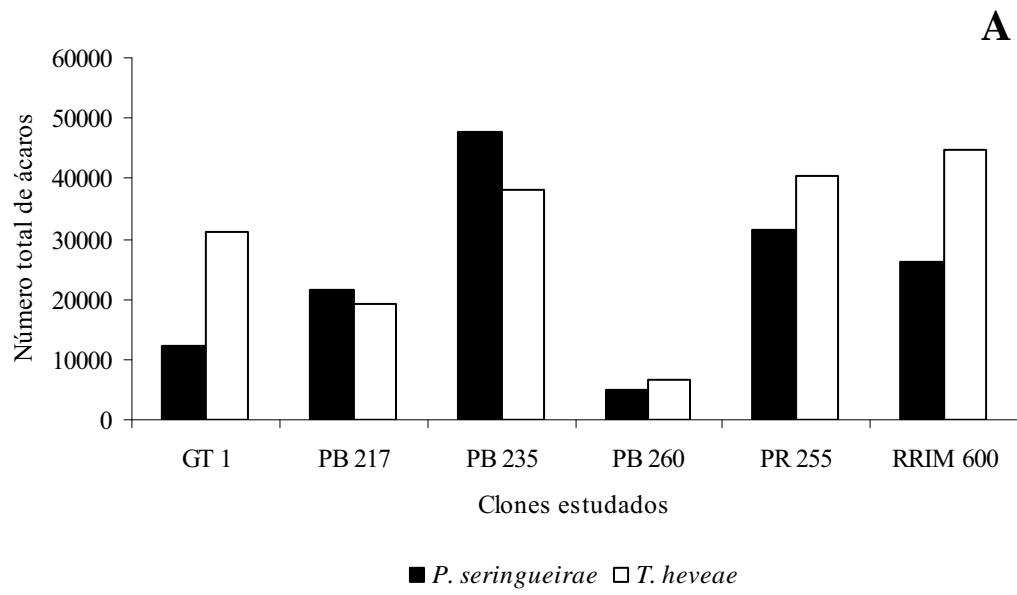
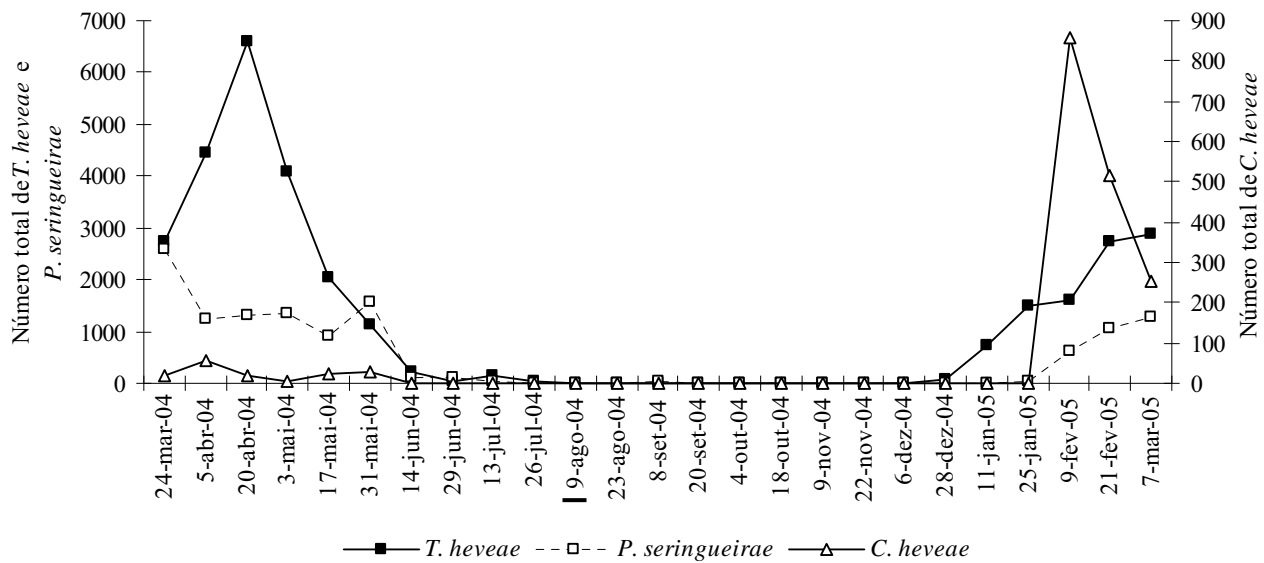


Figura 1.

A



B

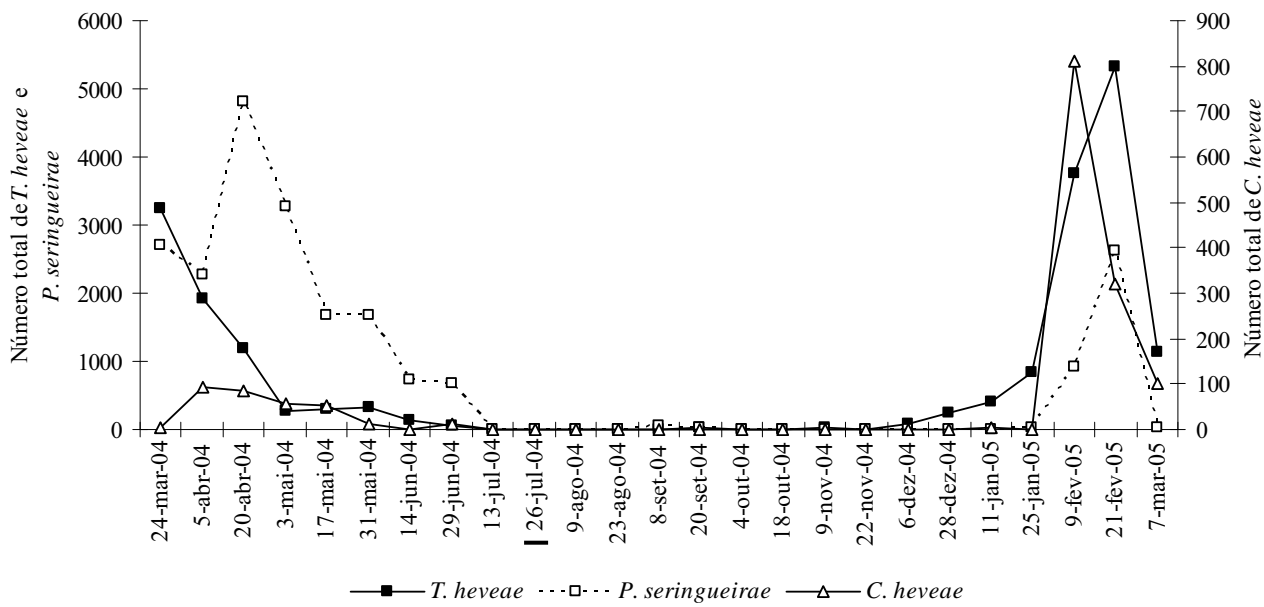
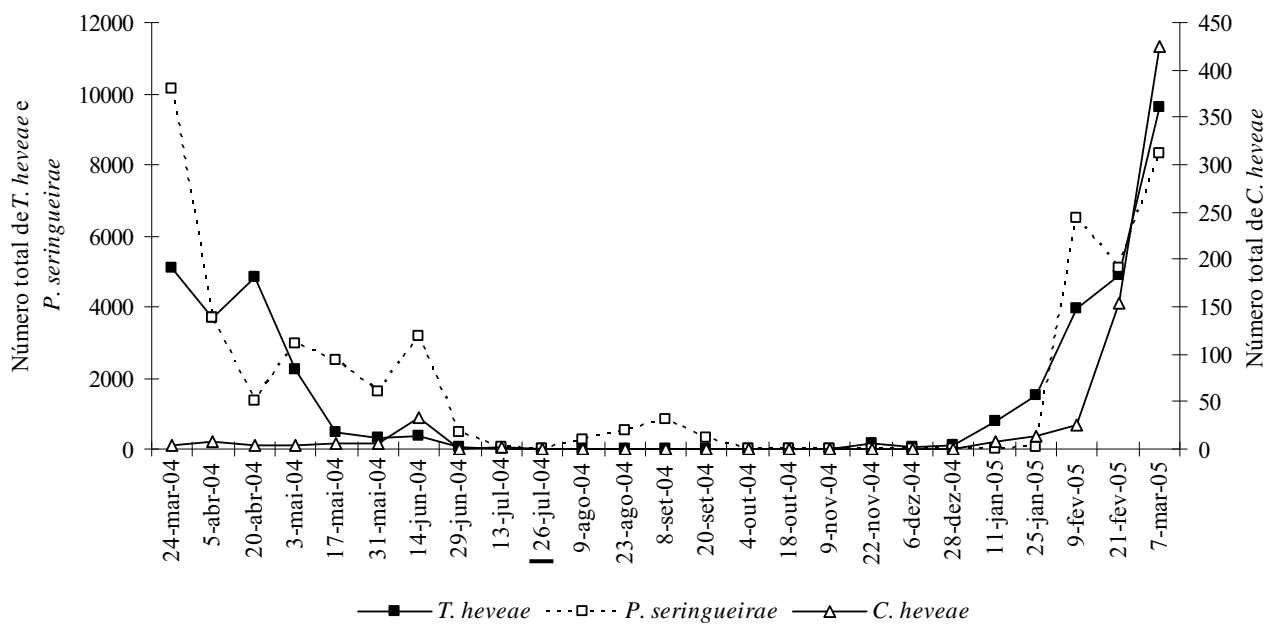


Figura 2.

C



D

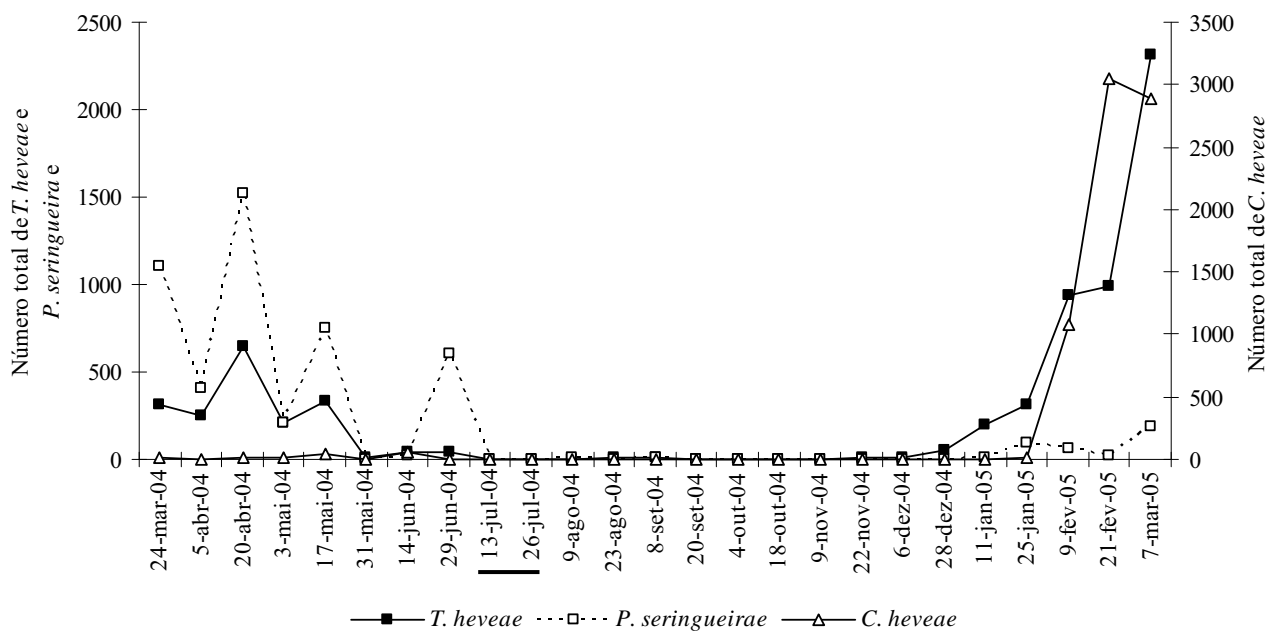


Figura 2. Continuação.

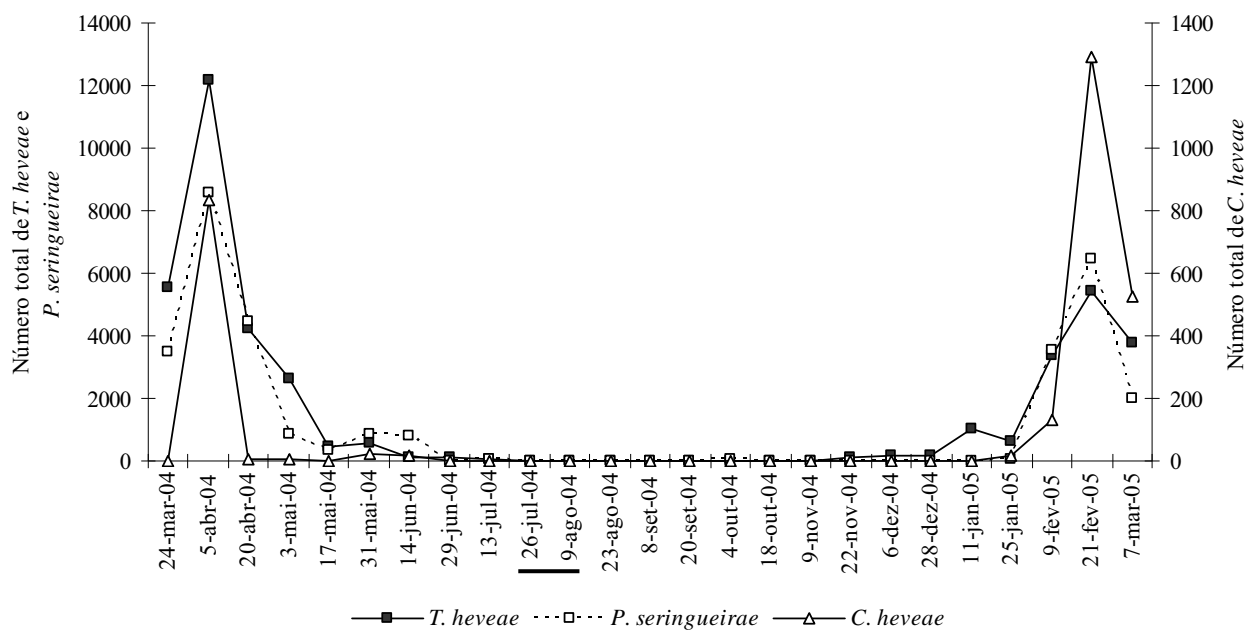
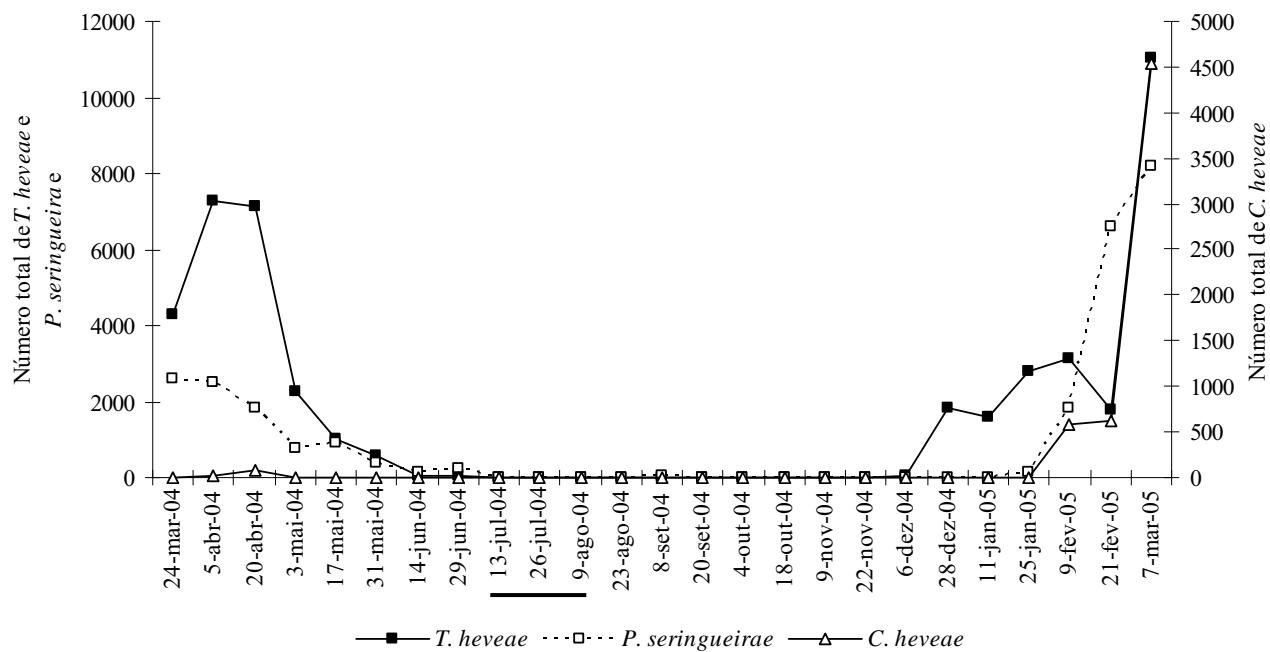
E**F**

Figura 2. Continuação.

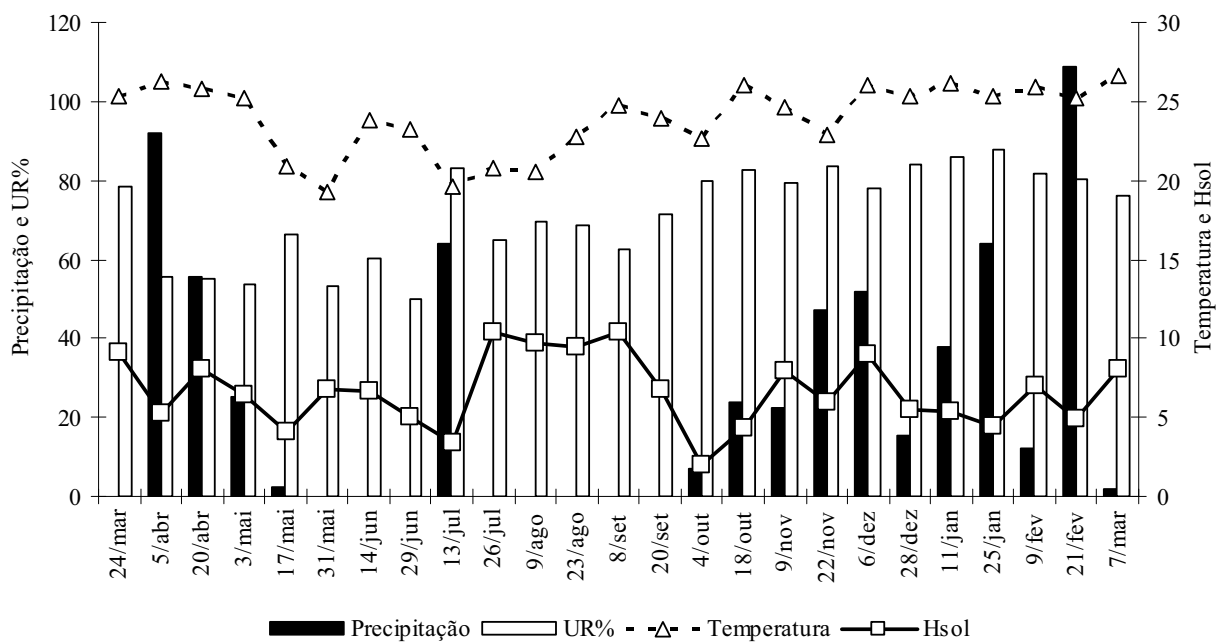


Figura 3.

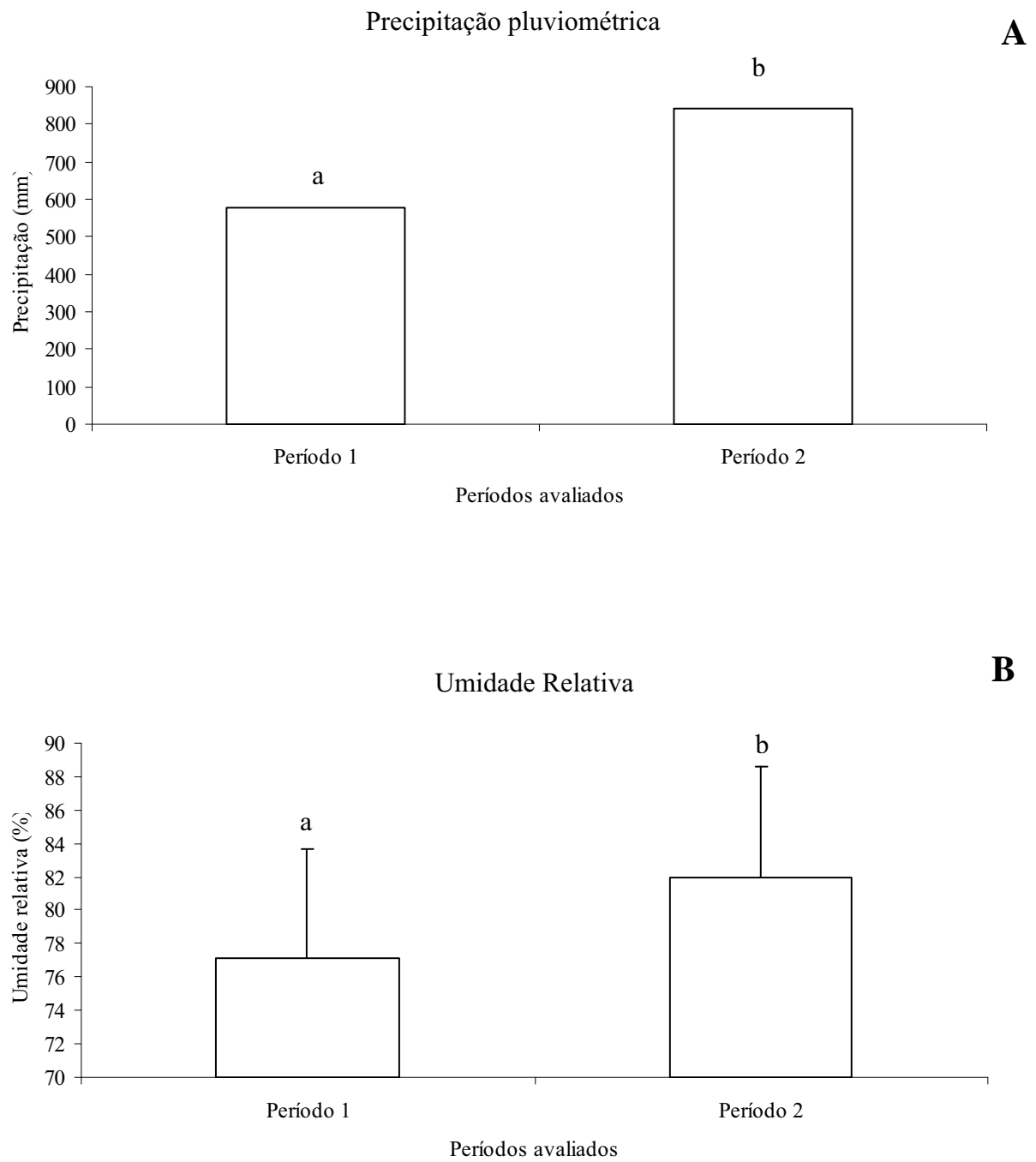


Figura 4.

CAPÍTULO II

Composição e estrutura da comunidade de ácaros (Arachnida, Acari) em seis clones de seringueira

Composição e estrutura da comunidade de ácaros (Arachnida, Acari) em seis clones de seringueira

ABSTRACT. Composition and structure of mite community (Arachnida, Acari) on six rubber trees clones. The composition and structure of mite communities on six rubber trees clones were analyzed in a crop located in the south of Mato Grosso State. For that, 10 leaflets of 10 different plants were sampled in six clonal plots, in intervals of 14 days, from March 2004 to March 2005. The clones studied were GT 1, PB 217, PB 235, PB 260, PR 255 and RRIM 600. The sampled leaflets were observed under dissecting microscope, and all mites were mounted in microscopy slides and identified under light microscope with phase contrast. The community structure was described through species richness, diversity, evenness and dominance. We recorded 352.426 mites belonging to 43 species and 16 families. The most abundant were the phytophagous mites, followed by mycophagous and predators, however, the abundance for each species varied in each rubber tree clone. We also observed differences on the mite community structure of the six clones. The GT 1 clone exhibited the highest species richness, while the PB 260 had the highest diversity and evenness, and the lowest dominance value. The beta diversity revealed low spatial species replacement among the communities, emphasizing the importance of the abundance of each mite species on modulating the structural patterns of mite communities, mainly for the phytophagous species, which were the most numerous ones in all rubber tree clones studied.

KEYSWORD. Abundance models, acarofauna, diversity, *Hevea brasiliensis*, species richness

RESUMO. Composição e estrutura da comunidade de ácaros (Arachnida, Acari) em seis clones de seringueira. Foram analisadas a composição e a estrutura da comunidade de ácaros de seis clones de seringueira, em cultivo localizado no sul do estado de Mato Grosso. Foram coletados 10 folíolos de 10 diferentes plantas em seis parcelas clonais, num intervalo médio de 14 dias, no período de março de 2004 a março de 2005. Os clones estudados foram GT 1, PB 217, PB 235, PB 260, PR 255 e RRIM 600. Os folíolos coletados foram inspecionados sob estereomicroscópio, sendo os ácaros encontrados montados em lâminas de microscopia e identificados sob microscópio óptico com contraste de fases. A estrutura das comunidades acarinas foi caracterizada através da riqueza, diversidade, uniformidade e dominância de espécies. Foram registrados 352.426 ácaros pertencentes a 43 espécies de 16 famílias. Os ácaros amostrados em maior abundância foram os fitófagos, seguidos pelos micófagos e predadores, entretanto, a abundância de cada espécie variou de acordo com o clone de seringueira analisado. Foram também observadas diferenças estruturais entre as comunidades de ácaros dos seis clones. Em GT 1 foi verificada a maior riqueza de espécies, enquanto em PB 260 a maior diversidade e uniformidade, e o menor valor de dominância. A diversidade beta revelou pequena substituição espacial de espécies entre as comunidades, o que evidencia a influência da abundância de cada espécie como o fator determinante nos padrões estruturais das comunidades de ácaros, principalmente a das espécies fitófagas, que foram as mais numerosas em todos os clones estudados.

PALAVRAS-CHAVE. Acarofauna, diversidade, *Hevea brasiliensis*, modelos de abundância, riqueza de espécies

Trabalhos relacionados aos aspectos ecológicos da comunidade de ácaros da seringueira, *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae), foram intensificados a partir da descrição de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) (Feres 1992), ácaro fitófago considerado praga chave dessa cultura. Quando em grande infestação esse ácaro pode ocasionar intensa desfolha nas plantas (Vieira & Gomes 1999), o que prejudica a produção de látex, segundo informações de alguns produtores (Feres 2000).

Dentre os trabalhos ecológicos já realizados, podem ser destacados os de Feres *et al.* (2002), Hernandez & Feres (2006) e Vis *et al.* (2006), que descreveram os padrões sazonais e de diversidade da acarofauna associada a essa planta. Demite & Feres (2005) verificaram a influência de um fragmento de mata Estacional Semidecidual na distribuição e ocorrência de ácaros em um cultivo de seringueira vizinho ao fragmento. Já Bellini *et al.* (2005) compararam dois sistemas de cultivos de seringueira, um consorciado com gariroba (*Syagrus oleraceae* (Mart.) Becc., Arecaceae) e outro não consorciado, através de alguns parâmetros ecológicos das comunidades de ácaros. Todos esses estudos foram realizados em culturas do clone RRIM 600 no estado de São Paulo.

Poucos trabalhos sobre a acarofauna associada a seringueira foram realizados em outros estados brasileiros e com diferentes genótipos desse hospedeiro. Ferla & Moraes (2002) realizaram um inventário em seis clones susceptíveis da seringueira, relacionando 41 espécies de ácaros associadas a essa planta, em cultivos do estado do Mato Grosso. Recentemente, nesse mesmo estado, Demite & Feres (2007 e 2008) verificaram a influência de fragmentos de Cerrado, vizinhos a cultivos de seringueira, sobre a distribuição e ocorrência sazonal de ácaros no clone PB 235, enquanto que Ferla & Moraes (2008) estudaram a dinâmica populacional de ácaros fitófagos e predadores em sete clones dessa planta.

Diferentes cultivares de uma mesma espécie vegetal podem apresentar distintas respostas à herbivoria, devido as variações na concentração de nutrientes e/ou nos níveis de

compostos defensivos foliares, o que pode favorecer ou prejudicar o desenvolvimento de fitófagos (Awmack & Leather 2002, Lara 1991). Como consequência, a abundância desses organismos interfere na ocorrência e distribuição das espécies relacionadas a eles, tais como os competidores e predadores, modulando deste modo toda a estrutura da comunidade. A influência do genótipo das plantas hospedeiras sobre a diversidade de artrópodes já foi demonstrada por Crutsinger *et al.* (2006), que verificaram maior diversificação de espécies em parcelas com maior variedade de cultivares de *Solidago altissima* L. (Asteraceae). Agrawal *et al.* (2006) relacionaram vários exemplos de estudos que verificaram a influência dos hospedeiros na diversidade de insetos.

Daud & Feres (2007, capítulo I) observaram que diferentes clones da seringueira apresentaram distintos níveis de infestação de três espécies de ácaros fitófagos, no sul do estado de Mato Grosso. Provavelmente, as diferenças na abundância e dominância dessas espécies podem ter exercido influência em toda a estrutura da comunidade de ácaros de cada um desses clones, entretanto, isso não foi demonstrado pelos autores. Com o intuito de fornecer maiores informações ecológicas da acarofauna em diferentes cultivares, o objetivo do presente trabalho foi estudar a composição e a estrutura da comunidade de ácaros de seis clones da seringueira, no mesmo cultivo estudado por Daud & Feres (2007).

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nas áreas experimentais “CCGE 1 e CCGE 2”, da empresa Plantações E. Michelin Ltda - PEM (17°23’S, 54°45’W), no município de Itiquira, estado de Mato Grosso (MT). Essa empresa possui 8.484,52 ha de área cultivada com mais de 100 clones de seringueira. No período de estudo as plantas possuíam 18 anos de idade, eram cultivadas nas mesmas condições de adubação e de tratos culturais, e não receberam aplicações de defensivos químicos.

Amostragem. Foram realizadas coletas num intervalo médio de 14 dias, da segunda quinzena de março de 2004 ao início de março de 2005, em seis parcelas clonais dessa espécie vegetal, com cerca de 0,42 ha cada. Os clones estudados foram GT 1, PB 217, PB 235, PB 260, PR 255 e RRIM 600 e as coletas limitadas no interior do cultivo de cada clone, a fim de evitar o efeito de borda.

Em cada coleta e em cada cultivo clonal, foram tomados, com auxílio de um podão com cabo telescópico, 10 folíolos ao redor da copa de 10 diferentes plantas, até uma altura de 7 m, totalizando 100 folíolos por parcela. Os folíolos coletados foram acondicionados em sacos de papel, separados por clone, e armazenados em caixas isotérmicas de poliestireno. Esse material foi enviado por via aérea para o laboratório de Acarologia da UNESP, São José do Rio Preto, SP, no mesmo dia da coleta, sendo recebido num período médio de 48 horas. Em laboratório, o material foi armazenado sob refrigeração à 10°C, por no máximo 10 dias. Os folíolos foram analisados sob microscópio estereoscópico, sendo todos os ácaros encontrados montados em lamínas de microscopia com o meio de Hoyer (Flechtmann 1975) e identificados e contados sob microscópio óptico com contraste de fases. Devido a grande abundância e por serem de fácil reconhecimento, indivíduos das espécies fitófagas *C. heveae*, *Phyllocoptruta seringueirae* Feres, *Shevtchenkella petiolula* Feres (Acari, Eriophyidae) e *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari, Tenuipalpidae) foram contados diretamente sob estereomicroscópio, e alguns exemplares montados em lamínas de microscopia como material testemunho.

O material estudado foi depositado na coleção de Acari (DZSJRP) – <http://www.splink.cria.org.br>, do laboratório de Acarologia, Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP.

Análises dos dados. Para a aplicação das análises estatísticas, a comunidade de ácaros foi organizada em quatro grupos, de acordo com hábito alimentar das espécies: (1) Predador,

constituído por espécies preponderantemente predadoras e predadoras facultativas (e.g. Phytoseiidae do tipo IV, segundo McMurtry & Croft 1997, que preferem se alimentar de pólen a presas), (2) fitófagos, (3) micófagos e (4) NC, de hábito alimentar não conhecido. O teste G foi aplicado para comparar a abundância dos ácaros de cada grupo entre os clones de seringueira, utilizando-se das correções de Bonferroni (α/n) para comparações pareadas (Zar 1999).

Para todas as análises ecológicas não foram considerados os estágios imaturos devido a grande dificuldade em identificar as espécies nessa fase de desenvolvimento, com exceção feita a Tarsonemoidea. Todas essas análises foram aplicadas com o intuito de verificar possíveis diferenças estruturais entre as comunidades de ácaros dos seis clones analisados.

A riqueza de espécies foi determinada através do procedimento Jackknife de primeira ordem, segundo Heltshe & Forrester (1983), com auxílio do software EstimateS v. 7.51 (Colwell 2006). Assim, foi possível calcular os intervalos de confiança a 95% para os valores de riqueza, estimados pelo Jackknife, das comunidades de ácaros dos seis clones de seringueira. A riqueza de espécies foi comparada por análise gráfica, sendo considerada como distinta quando o intervalo de confiança determinado para uma comunidade não ultrapassasse o valor médio calculado para outra.

A diversidade, equitabilidade e a dominância de espécies foram determinadas pelos índices de Shannon-Wiener (H'), Pielou (J) e Simpson (D), respectivamente (Odum 1988), através do software BioDiversity Pro versão 2. Para esses índices foi utilizado o método Bootstrap para gerar variância nas amostras (Krebs 1999), a fim de calcular o intervalo de confiança a 95% e realizar comparações por meio de análise gráfica, da mesma forma como descrito acima para a riqueza. Já a diversidade máxima teórica (H_{max}) foi calculada segundo Krebs (1999), enquanto que a diversidade beta, utilizada para avaliar a substituição espacial

de espécies entre os clones, foi determinada através do índice proposto por Wilson & Shmida (1984).

As curvas de dominância foram determinadas segundo Odum (1988) e os seus ajustamentos para os modelos de abundância (Magurran 2004) foram realizados no software PAST[®] versão 1.36 (Hammer *et al.* 2001). As espécies foram consideradas dominantes quando o valor de pi (número de indivíduos de uma espécie/abundância total) foi maior que $1/S$, sendo S a riqueza de espécies na comunidade, enquanto as subordinadas foram aquelas que apresentaram o valor de pi inferior a $1/S$ (Camargo 1995).

O índice de similaridade de Bray-Curtis foi calculado para estabelecer o grau de semelhança entre os clones, baseando-se na abundância e composição da comunidade de ácaros, através do software BioDiversity Pro versão 2. Foram considerados como semelhantes os clones que apresentaram similaridade acima de 80%.

Resultados

Foram registrados 352.426 ácaros pertencentes a 43 espécies de 33 gêneros e 16 famílias, no período entre a segunda quinzena de março de 2004 ao início de março de 2005, nos seis clones de seringueira. Dessas espécies, 13 foram comuns a todos os clones estudados. Em PB 217, ocorreu o maior número de espécies exclusivas, com quatro espécies amostradas, e em PR 255 o menor, com apenas uma espécie exclusiva (Tabela I).

Composição geral das espécies. Phytoseiidae foi a família que apresentou a maior riqueza, com oito espécies registradas, seguida por Tarsonemidae com seis e Tetranychidae e Tydeidae com cinco espécies cada. Já da família Eriophyidae foram registradas quatro espécies, enquanto que Iolinidae, Stigmaeidae, Tenuipalpidae e Winterschmidtiiidae, duas espécies. Nas demais famílias apenas uma espécie foi encontrada (Tabela I).

As espécies mais abundantes registradas nos seringais estudados são fitófagas. A mais abundante foi *T. heveae* (Tenuipalpidae) com 180.662 ácaros coletados, seguida pelos eriofiídeos *P. seringueirae*, *C. heveae* e *S. petiolula* com 144.353, 19.915 e 1.769 indivíduos registrados, respectivamente, sendo todas comuns aos seis clones. Outros fitófagos amostrados em menor abundância foram *Oligonychus gossypii* (Zacher), *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Tetranychidae), *Lorryia* sp1 e 2 (Tydeidae), *Eotetranychus* sp. (Tetranychidae), *Daidalotarsonemus tessellatus* DeLeon (Tarsonemidae), *Lorryia formosa* Cooreman (Tydeidae), *Oligonychus* cf. *coffae* (Tetranychidae), *Lorryia* sp3. (Tydeidae), *Brevipalpus* sp. (Tenuipalpidae), *Catarhinus* sp. (Diptilomiopidae), cf. *Tetra* sp. (Eriophyidae) e *Neotetranychus* sp. (Tetranychidae) (Tabela I).

Já os micófagos mais abundantes foram *Oulenzia* sp. (Winterschmidtidae) e *Tarsonemus* (*Tarsonemus*) *confusus* Ewing (Tarsonemidae) com 1.460 e 338 indivíduos, respectivamente, ambos comuns aos seis clones de seringueira. Outros micófagos encontrados foram *Tarsonemus* (*Tarsonemus*) sp1. e sp2, e *Czenspinksia* sp. (Tabela I).

Os predadores mais abundantes coletados foram *Agistemus* sp. (Stigmaeidae - n = 690), *Euseius concordis* (Chant) (Phytoseiidae - n = 448), *Zetzellia quasagistemas* Hernandez & Feres (Stigmaeidae - n = 233) e *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Phytoseiidae - n = 171), todos esses comuns aos seis clones. Os predadores menos abundantes encontrados nos cultivos foram *Allocunaxa heveae* Heyer & Castro (Cunaxidae), *Parapronematus* sp., *Neopronematus* sp. (Iolinidae), *Galendromus annectens* DeLeon, *Asca* sp., *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (Phytoseiidae), *Hexabdella cinquaginta* Hernandez, Daud & Feres (Bdellidae), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, *Amblyseius acalyphus* Denmark & Muma, *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) e *Neoseiulus tunus* (DeLeon) (Phytoseiidae) (Tabela I).

As espécies do grupo NC foram pouco numerosas, sendo representadas por *Oripoda* sp. (Oripodidae), com seis indivíduos encontrados, *Neolorryia boycei* (Baker) (Tydeidae - n = 5), Acaridae sp., *Deleonia* sp. e *Fungitarsonemus* sp. (Tarsonemidae), com apenas um exemplar coletado para cada uma das três últimas espécies (Tabela I).

Comparações entre os grupos. Os ácaros amostrados em maior abundância foram os fitófagos (n = 348.400; G = 926.648,1; gl = 3; $p < 0,001$), seguidos pelos micófagos (n = 1.980) e predadores (n = 1.930). A abundância dos dois últimos grupos não diferiu significativamente, porém ambos foram mais numerosos que as espécies do grupo NC (n = 116 indivíduos).

Foram observadas diferenças significativas na abundância de ácaros de cada grupo, entre os seis clones estudados. As maiores infestações de fitófagos foram registradas no clone PB 235 (n = 87.554; G = 65.027; gl = 5; $p < 0,001$), seguido por RRIM 600 e PR 255, enquanto a menor em PB 260 (n = 19.541). Os ácaros micófagos e predadores apresentaram maior abundância no clone GT 1 e menor em PB 260 e RRIM 600, PB 217, 260 e PR 255, respectivamente. Os ácaros do grupo NC apresentaram pequena abundância em todos os clones, porém ocorreram em maior número no GT 1, onde 30,2% dos indivíduos desse grupo foram amostrados (Fig. 1).

A abundância de cada espécie fitófaga diferiu entre os clones. *Tenuipalpus heveae* foi o fitófago mais abundante nos clones GT 1, PR 255 e RRIM 600, enquanto que *P. seringueirae* em PB 217 e 235. Por outro lado, *C. heveae* foi o fitófago de maior abundância em PB 260. *Oulenzia* sp. foi a espécie micófaga mais abundante em todos os clones de seringueira estudados, com exceção de RRIM 600, onde *T. (T) confusus* foi a mais numerosa. Já o predador mais abundante nos clones GT 1, PB 217, 235, PR 255 e RRIM 600 foi *Agistemus* sp. e sobre PB 260, *E. concordis* (Tabela I).

Estrutura da comunidade de ácaros. As comunidades de ácaros nos seis clones estudados apresentaram diferenças em todos os parâmetros avaliados.

A abundância de ácaros diferiu significativamente entre todos os clones de seringueira estudados ($G = 64.703$; $gl = 5$, $p < 0,001$), sendo PB 235 ($n = 88.363$) o que apresentou o maior número de ácaros, enquanto PB 260 ($n = 19.944$) o menor (Tabela I).

A análise gráfica dos valores de riqueza de espécies, estimados pelo método Jackknife de primeira ordem, revelou dois grupos que diferiram significativamente entre si: (1) de grande riqueza de espécies, composto por GT 1, PB 217 e 235, (2) e de pequena riqueza, composto pelos clones restantes (Fig. 2). A comunidade de GT 1 foi a que tendeu a apresentar a maior riqueza de espécies, enquanto a de PB 260 a menor, em relação as dos demais clones estudados (Fig. 2).

Por outro lado, os maiores valores estimados de diversidade e equitabilidade de espécies foram registrados para a comunidade de ácaros associada ao clone PB 260 ($H' = 1,29$; $J = 0,42$, tabela I e figs. 3A,B). Para os demais clones foram observados padrões semelhantes de diversidade ($H' = 0,83-0,93$) e equitabilidade ($J = 0,26-0,30$) de espécies, com tendência de menor valor para a acarofauna de PB 235 (Figs. 3A,B). A diversidade de espécies (H') registrada para todos os clones foi abaixo de 50% da diversidade máxima teórica prevista (H_{max} , tabela I).

A diversidade beta evidenciou pequena substituição de espécies entre as comunidades de ácaros dos seis clones de seringueira, com o valor máximo observado entre as comunidades de GT 1 e PB 217, que apresentaram um total de 10% de troca espacial de espécies ($Bt = 0,10$). O menor valor de diversidade beta foi verificado entre as pertencentes aos clones PB 235 e PR 255 (Tabela II).

As curvas de dominância determinadas para a comunidade de ácaros nos seis clones de seringueira se ajustaram similarmente aos padrões geométrico e logarítmico. A dominância

de cada espécie diferiu de acordo com o clone (Fig. 4). Nas comunidades dos clones GT 1, PB 260 e RRIM 600, três espécies foram consideradas dominantes, segundo a classificação de Camargo (1995), sendo elas *T. heveae*, *P. seringueira* e *C. heveae*. Já nos demais clones somente *T. heveae* e *P. seringueira* foram dominantes na comunidade (Fig. 4, tabela I). As demais espécies coletadas foram todas classificadas como subordinadas. O menor valor do índice de dominância (índice de Simpson) de espécies foi encontrado em PB 260 (Fig. 3C), o que é concordante com a menor inclinação da curva determinada para a comunidade pertencente a esse clone (Fig 4, PB 260). Já os demais clones apresentaram valores e padrões de dominância similares (Figs. 3C e 4, tabela I).

A análise de similaridade evidenciou dois agrupamentos de clones de seringueira com similaridade acima de 80%, de acordo com a composição e abundância das espécies: (1) Clone PB 235 com o agrupamento 2 e (2) PR 255 e RRIM 600. O clone PB 260 foi o que apresentou a menor similaridade em relação aos demais (Fig. 5).

Discussão

Das espécies nominais registradas, *A. heveae* (Cunaxidae), *D. tessellatus*, *T. (T.) confusus* (Tarsonemidae), *H. cinquaginta* (Bdellidae), *N. idaeus* (Phytoseiidae) e *N. boycei* (Tydeidae) não foram registradas por Ferla & Moraes (2002), que realizaram levantamento da acarofauna nos clones PB 260 e PR 255 no mesmo local estudado. O predador *Zetzellia* aff. *justi* registrado por esses autores provavelmente trata-se de *Z. quasagistemas*, pois os caracteres referentes ao comprimento das setas *e* e *le* (*h1* e *h2*), por eles descritos, conferem com os da descrição original dessa espécie (Hernandes & Feres 2005). Demite & Feres (2007 e 2008) também estudaram a diversidade de ácaros nos seringais da empresa “Plantações E. Michelin Ltda.” no mesmo período de realização deste estudo, porém em áreas cultivadas somente com o clone PB 235. Esses autores registraram todas as espécies nominais aqui

encontradas, exceto as três de *Neoseiulus*. A espécie *Hexabdella* cf. *singula* registrada por Demite & Feres (2007) foi posteriormente descrita como *H. cinquaginta* (Hernandes *et al.* 2007).

As famílias que apresentaram as maiores riquezas de espécies foram Phytoseiidae e Tarsonemidae. Demite & Feres (2007) também verificaram que Phytoseiidae foi a família com maior riqueza de espécies, com oito espécies registradas. Por outro lado, Ferla & Moraes (2002) registraram Eriophyidae e Tetranychidae como as famílias com maior número de espécies nos seringais de Itiquira, MT.

Os seis clones de seringueira provavelmente apresentam diferenças em sua composição foliar, na qualidade nutricional e/ou na concentração de compostos químicos defensivos, como evidenciado pelas diferenças no nível de infestação das espécies fitófagas. Pode-se verificar que os clones PB 235, PR 255 e RRIM 600 foram os mais favoráveis para os fitófagos, enquanto PB 260 o menos. Entretanto, a abundância de cada espécie fitófaga variou de acordo com o clone, o que conseqüentemente influenciou a ocorrência e distribuição de todas as outras espécies direta ou indiretamente relacionadas. Com isso, pode-se supor que a abundância dos ácaros fitófagos, influenciada pelo cultivar da planta hospedeira, modulou a estrutura das comunidades de ácaros nos seis clones de seringueira.

A maior riqueza foi observada na comunidade de GT 1, onde se registrou a maior abundância de espécies predadoras e micófagas, o que é indicativo de que essas espécies, principalmente as primeiras, podem estar atuando como agentes reguladores da riqueza de espécies. Os predadores, principalmente os generalistas, são considerados importantes reguladores da diversidade por consumir a espécie mais abundante da comunidade, desse modo, impedem a dominância de uma ou outra espécie (Huston 1995). Por outro lado, os predadores registrados não estão promovendo um controle eficiente dos fitófagos, mesmo que

os utilizem como fonte de alimento, pois a abundância de espécies predadoras foi cerca de 180 vezes menor que a de fitófagas.

Embora tenha sido registrada a menor riqueza de espécies no clone PB 260, esse foi o que apresentou a maior equitabilidade e, conseqüentemente, a maior diversidade de espécies. A maior diversidade de ácaros em PB 260 foi consequência da menor dominância (índice de Simpson) registrada, que pode estar relacionada com a menor abundância das espécies *T. heveae* e *P. seringueirae*. Possivelmente, PB 260 é menos favorável ao desenvolvimento dessas duas espécies em relação aos demais clones estudados, o que permitiu a ocorrência de outros fitófagos em maior abundância, tais como *C. heveae* e outras espécies. Já nos demais clones foram observados valores semelhantes para a diversidade, equitabilidade e dominância.

Os pequenos valores de diversidade beta evidenciaram a pequena substituição de espécies entre as comunidades dos seis clones. A composição semelhante de espécies entre os clones corrobora a hipótese de que as diferenças estruturais é consequência da abundância de cada espécie dentro de cada comunidade, principalmente a de fitófagas, que foram as mais numerosas.

Para todos os cultivos de clones foi observada pequena diversidade de espécies, com valores inferiores a 50% da diversidade máxima teórica prevista. A pequena diversidade com a dominância de poucas espécies é normalmente registrada em ecossistemas com alterações antrópicas e com baixa heterogeneidade ambiental, tais como os monocultivos de seringueira analisados, sendo o oposto observado em sistemas naturais mais conservados (Altieri 1999, Odum 1988). Essa pequena diversidade foi consequência da dominância de *T. heveae*, *P. seringueirae* e *C. heveae*. A dominância desses fitófagos está relacionada ao monocultivo, sistema em que a seringueira é cultivada na empresa “Plantações E. Michelin” e em diversos estados brasileiros.

Os padrões das curvas do componente dominância foram similarmente ajustados para os modelos geométrico e logarítmico. Esses modelos são geralmente encontrados em comunidades que habitam ambientes instáveis ou com alterações antrópicas acentuadas (Magurran 2004). Por outro lado, Hill & Hamer (1998) sugerem que comunidades tropicais não estão em equilíbrio e suas comunidades animais podem se ajustar para o modelo logarítmico mesmo em ambientes mais conservados. Essa característica foi observada por Feres *et al.* (2007), que encontraram curvas de dominância igualmente ajustadas para os modelos geométrico e logarítmico em comunidades de ácaros associadas a euforbiáceas nativas de um fragmento de Mata Estacional Semidecidual.

Os clones PB 235, PR 255 e RRIM 600 apresentaram maior semelhança na composição e na abundância de espécies, em relação aos demais. Essa similaridade, evidenciada pela análise de agrupamento, pode ser devida a semelhanças nos mecanismos de resistência desses clones ao ataque dos fitófagos dominantes.

De acordo com Begon *et al.* (2006), a estrutura e a diversidade das comunidades animais podem ser moduladas pelas plantas hospedeiras, por exercerem influência direta nos herbívoros e conseqüentemente nas espécies a esses relacionadas, ou por predadores, principalmente aqueles de topo de cadeia, por regularem a abundância de suas presas na comunidade. Por outro lado, Terborgh *et al.* (2001) afirmam que a estrutura das comunidades animais pode ser igualmente modulada pelas plantas e predadores. O genótipo das plantas estudadas pode ter sido o principal fator responsável em modular a abundância de fitófagos e, conseqüentemente, de todas as espécies de ácaros. Os predadores mais abundantes encontrados foram duas espécies de Stigmaeidae (*Agistemus* sp. e *Z. quasagistemas*) e duas pertencentes ao gênero *Euseius*. As últimas são consideradas predadoras generalistas e apresentam preferência alimentar por pólen (McMurtry & Croft 1997). Ferla & Moraes (2003) também observaram o desenvolvimento de uma espécie de *Agistemus* alimentada com

pólen. Devido a pequena abundância e por serem generalistas, é possível que esses predadores utilizem várias fontes de alimento e exerçam pequena influência em modular a diversidade, embora possam se alimentar dos fitófagos encontrados. Entretanto, a maior abundância dos predadores em GT 1, onde se registrou a maior riqueza de espécies, leva a crer que neste clone esses ácaros podem ter exercido alguma influência na estrutura da comunidade. Além disso, outras espécies predadoras, tais como os insetos e as aranhas que não foram amostradas, podem também ter influenciado os padrões ecológicos das comunidades de ácaros nos diferentes clones.

A diversidade de artrópodes pode estar ligada a diversidade de suas plantas hospedeiras. Crutsinger *et al.* (2006) observaram menor riqueza de herbívoros e predadores em parcelas com um único genótipo, em relação àquelas com vários genótipos cultivados de *Solidago altissima* L. (Asteraceae). Além disso, Johnson *et al.* (2006) *apud* Agrawal *et al.* (2006) demonstraram experimentalmente que a diversidade genética intra-específica das plantas produz plasticidade fenotípica suficiente para modular a diversidade da comunidade de artrópodes. Baseando-se na premissa de que a diversidade genética intra-específica das plantas aumenta a diversidade de espécies de artrópodes e também nos resultados obtidos, pode-se supor que uma área de monocultivo de seringueira com maior número de clones poderá apresentar diversidade de ácaros elevada e, conseqüentemente, menor dominância de espécies fitófagas. Entretanto, para compreender melhor a influência da diversidade genotípica dos clones de seringueira sobre a comunidade de ácaros, será necessária a comparação de áreas de cultivo de seringueira com vários clones com aquelas que apresentam um ou poucos clones cultivados.

Agradecimentos

À empresa Plantações E. Michelin Ltda. (PEM), Itiquira, MT, e as instituições Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão de São José do Rio Preto (FAPERP) e Associação Paulista dos Produtores e Beneficiadores de Borracha (APABOR), pelo financiamento do estudo. Aos Drs. Aníbal R. Oliveira (UESC, Ilhéus) e Antonio C. Lofego (UNESP, São José do Rio Preto) pelo auxílio na identificação das espécies de Oripodidae e Tarsonemidae, respectivamente. Aos Engenheiros Agrônomos Cássio H.J. Scomparin e Fernando S. Fonseca (Plantações E. Michelin, Ltda.) pelas informações concedidas sobre os cultivos estudados e aos técnicos Júlio C. de Andrade e Maria de L.S. Siqueira, da mesma empresa, pela realização das coletas de campo.

Referências

- Agrawal, A.A., J.A. Lau & P.A. Hambäck. 2006. Community heterogeneity and the evolution of interactions between plants and insect herbivores. *Q. Rev. Biol.* 81 (4): 349-376.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74: 19-31.
- Awmack, C. & S.R. Leather. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivores insects. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 817-844.
- Baker, E.W. & A.E. Wharton. 1952. An introduction to Acarology. New York, The MacMillan Company, 465p.
- Begon, M., C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. Ecology: From individuals to ecosystems. Malden, 4th edition, Blackwell Publishing Ltd., 738p.
- Bellini, M.R., G.J. de Moraes & R.J.F. Feres. 2005. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 34 (3): 475-484.

- Camargo, J.A. 1995. On measuring species evenness and other associated parameters of community structure. *Oikos* 74 (3): 538-542.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation on species richness and shared species from samples. Version 7.51. User's Guide. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>
- Crutsinger, G.M., M.D. Collins, J.A. Fordyce, Z. Gompert, C.C. Nice & N.J. Sanders. 2006. Plant genotypic diversity predicts community structure and governs an ecosystem process. *Science* 313: 966-968.
- Daud, R.D. & R.J.F. Feres. 2007. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso. *Rev. Bras. Entomol.* 51 (3): 377-381.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2008. Influência de fragmentos de Cerrado na distribuição de ácaros em seringal. *Neotrop. Entomol.* 37 (2): 196-204.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2007. Ocorrência e flutuação populacional de ácaros associados a seringais vizinhos de fragmento de Cerrado. *Neotrop. Entomol.* 36 (1): 117-127.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2005. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. *Neotrop. Entomol.* 34 (5): 829-836.
- Feres, R.J.F. 1992. A new species of *Calacarus* Keifer (Acari, Eriophyidae, Phyllocoptinae) from *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae) from Brazil. *Internat. J. Acarol.* 18 (1): 61-65.
- Feres, R.J.F. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 17 (1): 157-173.

- Feres, R.J.F., D. de C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. Santos. 2002. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19 (1): 137-144.
- Feres, R.J.F., R. Buosi, R.D. Daud & P.R. Demite. 2007. Padrões ecológicos da comunidade de ácaros em euforbiáceas de um fragmento de mata Estacional Semidecidual, no Estado de São Paulo. *Biota Neotrop.* 7 (2): 1-10.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn04907022007>
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2008. Flutuação populacional e sintomas de danos por ácaros (Acari) em seringueira no Estado do Mato Grosso, Brasil. *Árvore* 32 (2): 365 – 376.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. *Rev. Bras. Zool.* 20 (1): 153-155.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2002. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no estado do Mato Grosso, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19 (3): 867-888.
- Flechtmann, C.H.W. 1975. *Elementos de Acarologia*. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 344p.
- Gerson, U., R.L. Smiley & R. Ochoa. 2003. *Mites (Acari) for pest control*. Oxford, Blackwell Science, 539p.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontol. Electr.* 4: 9p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Heltshe, J.F. & N.E. Forrester. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* 39: 1-11.
- Hernandes, F.A., R.D. Daud & R.J.F. Feres. 2007. A new species of *Hexabdella* (Acari: Bdellidae) from Brazil. *Zootaxa* 1501: 57-63.

- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006. Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no noroeste do Estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 35 (4): 523-535.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2005. Two new species of *Zetzellia* Oudemans (Acari: Stigmaeidae) that threaten the concept of genera: disgeneric marriage? *Zootaxa* 1048: 27-44.
- Hernandes, F.A., R.J.F. Feres & F. Nomura. 2006. Biological cycle of *Lorryia formosa* (Acari, Tydeidae) on rubber tree leaves: a case of thelytoky. *Exp. Appl. Acarol.* 38: 237-242.
- Hill, J.K. & K.C. Hamer. 1998. Using species abundance models as indicators of habitat disturbance in tropical forests. *J. Appl. Ecol.* 35: 458-460.
- Huston, M.A. 1995. Biological diversity: The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge, Cambridge University Press, 681p.
- Jeppson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975. Mites injurious to economic plants. Berkeley, University of California Press, 614p.
- Krantz, G.W. 1978. A manual of Acarology. Corvallis, Oregon State University Book Stores, Inc. p. I-VIII, 1-508.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Menlo Park, Ed. Adson Wesley Longman Inc., 620p.
- Lara, F.M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, 2ª edição, Ícone Editora, 336p.
- Lindquist, E.E. 1986. The world genera of Tarsonemoidae (Acari: Heterostigmata): A morphological, phylogenetic and systematic revision, with reclassification of family group taxa in Heterostigmata. *Mem. Entomol. Soc. Can.* 136: 1-517.

- Lofego, A.C., R. Ochoa & G.J. Moraes. 2005. Some tarsonemid mites (Acari: Tarsonemidae) from the Brazilian “Cerrado” vegetation, with descriptions of three new species. *Zootaxa* 823: 1-27.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Malden, Blackwell Science Ltd., 256p.
- McMurtry, J.A. & B.A. Croft. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Ann. Rev. Entomol.* 42: 291-321.
- Moraes, G.J. de & C.H.W. Flechtmann. 2008. *Manual de Acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto, Ed. Holos Ltda., 288p.
- Odum, E.P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 434p.
- Wilson, M.V. & A. Shmida. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *J. Ecol.* 72 (3): 1055-1064.
- Terborg, J., L. Lopez, P. Nuñez, M. Rao, G. Shahabuddin, G. Orihuela, M. Riveros, R. Ascanio, G.H. Adler, T.D. Lambert & L. Balbas. 2001. Ecological Meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 294: 1923-1926.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 1999. Sintomas, desfolhamento e controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Cult. Agron.* 8 (1): 53-71.
- Vis, M.J. de, G.J. de Moraes & M.R. Bellini. 2006. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35 (1): 112-120.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey, 4^a ed., Prentice-Hall, Inc., 663p+212 App.

Tabela I. Ácaros e parâmetros ecológicos da comunidade, registrados em seis clones de seringueira, Itiquira, MT.

TAXON	H.A**	GT 1	PB 217	PB 235	PB 260	PR 255	RRIM 600	Total
ACARIDAE								
sp.	?	-	-	-	-	1	-	1
ASCIDAE								
<i>Asca</i> sp.	P	-	-	3	2	-	-	5
BDELLIDAE								
<i>Hexabdella cinquaginta</i>	P	3	-	-	-	-	-	3
Imaturos	P	1	-	-	-	-	-	1
CUNAXIDAE								
<i>Allocunaxa heveae</i>	P	2	4	4	-	5	1	16
DIPTILOMIOPIIDAE								
<i>Catarhinus</i> sp.	F	-	-	-	-	-	1	1
ERIOPHYIDAE								
<i>Calacarus heveae</i> *	F	1.773 #	1.549	686	7.190 #	2.854	5.863 #	19.915
CF. <i>Tetra</i> sp.	F	-	-	1	-	-	-	1
<i>Phyllocoptruta seringueirae</i> *	F	12.288 #	21.509 #	47.724 #	5.042 #	31.638 #	26.152 #	144.353
<i>Shevtchenkella petiolula</i> *	F	268	201	519	218	453	110	1.769
IOLINIDAE								
<i>Neopronematus</i> sp.	P	-	-	-	4	2	2	8
<i>Parapronematus</i> sp.	P	-	1	-	2	3	3	9
Imaturos	P	-	-	2	2	-	5	9
ORIPODIDAE								
<i>Oripoda</i> sp.	?	2	-	1	1	1	3	8
PHYTOSEIIDAE								
<i>Amblyseius acalyphus</i>	P	-	2	-	-	-	-	2
<i>Euseius citrifolius</i> *	P	21	33	46	13	35	23	171
<i>Euseius concordis</i> *	P	155	44	81	75	55	38	448
<i>Galendromus annectens</i>	P	3	-	4	-	-	-	7
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	P	1	-	1	-	1	-	3
<i>Neoseiulus anonymus</i>	P	1	-	-	-	-	-	1
<i>Neoseiulus idaeus</i>	P	-	-	-	4	-	-	4
<i>Neoseiulus tunus</i>	P	-	-	1	-	-	-	1
Imaturos	P	20	9	20	15	1	3	68
STIGMAEIDAE								
<i>Agistemus</i> sp.*	P	166	97	96	62	98	171	690
<i>Zetzellia quasagistemus</i> *	P	27	28	44	56	48	30	233
Imaturos	P	71	19	35	24	49	53	251
TARSONEMIDAE								
<i>Daidalotarsonemus tessellatus</i>	F	4	1	-	2	4	9	20
<i>Deleonia</i> sp.	?	-	-	-	1	-	-	1
<i>Fungitarsonemus</i> sp.	?	1	-	-	-	-	-	1
<i>Tarsonemus (Tarsonemus) confusus</i> *	M	54	30	64	25	67	98	338
<i>Tarsonemus (Tarsonemus) sp1.</i> *	M	23	3	6	10	15	4	61
<i>Tarsonemus (Tarsonemus) sp2.</i>	M	1	-	1	2	-	2	6
Imaturos	?	14	5	9	8	14	11	61
TARSONEMOIDAE								
Imaturo	?	-	-	-	-	-	1	1
TENUIPALPIDAE								
<i>Brevipalpus</i> sp.	F	-	2	-	-	-	-	2
<i>Tenuipalpus heveae</i> *	F	31.054 #	19.303 #	38.221 #	6.706 #	40.512 #	44.866 #	180.662

Tabela I. Continuação.

TETRANYCHIDAE								
<i>Eotetranychus</i> sp.	F	45	-	2	-	-	4	51
<i>Neotetranychus</i> sp.	F	-	1	-	-	-	-	1
TETRANYCHIDAE								
<i>Oligonychus gossypii</i> *	F	209	41	167	102	1	12	532
<i>Oligonychus</i> cf. <i>coffae</i>	F	-	8	-	-	-	-	8
<i>Tetranychus mexicanus</i>	F	14	28	37	89	2	-	170
Imaturos	F	245	74	170	178	2	15	684
TYDEIDAE								
<i>Lorryia formosa</i>	F	-	1	8	-	-	-	9
<i>Lorryia</i> sp1.*	F	58	11	19	14	14	16	132
<i>Lorryia</i> sp2	F	2	14	-	-	-	68	84
<i>Lorryia</i> sp3. (aff. <i>formosa</i>)	F	3	-	-	-	2	1	6
<i>Neolorryia boycei</i>	?	3	-	2	-	-	-	5
Imaturos	?	15	5	5	2	2	9	38
WINTERSCHMIDTIIDAE								
<i>Czenspinksia</i> sp.	M	1	-	3	-	-	-	4
<i>Oulenzia</i> sp.*	M	501	179	345	81	334	20	1460
Imaturos	M	34	7	36	6	27	1	111
PARÂMETROS ECOLÓGICOS								
Riqueza (S)		28	23	27	22	22	24	43
Abundância		47.083	43.209	88.363	19.936	76.240	77.596	352.426
Dominância - Simpson (D)		0,51	0,45	0,48	0,31	0,46	0,45	0,44
Diversidade - Shannon-Wiener (H')		0,93	0,93	0,83	1,29	0,91	0,93	0,98
Uniformidade (J)		0,28	0,30	0,25	0,42	0,29	0,29	0,26
Diversidade máxima teórica (Hmax)		3,33	3,13	3,30	3,09	3,09	3,18	3,76
H' x Hmax***		27,9	29,7	25,5	42	29,5	29,4	26,1
Número de espécies exclusivas		3	4	2	2	1	2	-

* Espécies registradas em todos os clones;

** (H.A.) Hábito alimentar: (F) Fitófagos (Moraes & Fletchamnn 2008, Hernandez *et al.* 2006, Lofego *et al.* 2005, Jeppson *et al.* 1975), (P) Predadores (Moraes & Fletchamnn 2008, Gerson *et al.* 2003, McMurtry & Croft 1997), (M) Micófagos (Lindquist 1986, Krantz 1978, Baker & Wharton 1952) e (NC) Hábito alimentar não conhecido;

*** Valor (%) da diversidade (H') em relação à diversidade máxima teórica prevista (Hmax).

Espécies dominantes segundo a classificação de Camargo (1995). As demais espécies (não marcadas com "#") foram classificadas como subordinadas.

Tabela II. Valores da diversidade beta (Bt) entre as comunidades de ácaros nos seis clones de seringueira, Itiquira, MT.

Clones	GT 1	PB 217	PB 235	PB 260	PR 255	RRIM 600
GT 1	-	0,10	0,07	0,07	0,06	0,07
PB 217	0,10	-	0,08	0,09	0,08	0,09
PB 235	0,07	0,08	-	0,06	0,05	0,06
PB 260	0,07	0,09	0,06	-	0,05	0,07
PR 255	0,06	0,08	0,05	0,05	-	0,05
RRIM 600	0,07	0,09	0,06	0,07	0,05	-

Legendas das figuras

Figura 1. Proporção de ácaros (%) dos quatro grupos amostrados nos seis clones de seringueira em Itiquira, MT, no período de março de 2004 a março de 2005.

Figura 2. Riqueza média de espécies (barras: intervalo de confiança), estimada pelo método Jackknife de primeira ordem, das comunidades de ácaros nos seis clones de seringueira.

Figura 3. Valores médios (barra: intervalo de confiança) dos índices ecológicos, estimados pelo método Bootstrap, para as comunidades de ácaros nos seis clones da seringueira: (A) Diversidade de Shannon-Wiener, (B) uniformidade de Pielou e (C) dominância de Simpson.

Figura 4. Curvas de dominância determinadas para as comunidades de ácaros nos seis clones de seringueira estudados. P.G: Padrão geométrico e P.L.: Padrão logarítmico. Legendas das espécies: (ac) *A. acalyphys*, (aca) Acaridae sp., (ag) *Agistemus* sp., (ah) *A. heveae*, (as) *Asca* sp., (br) *Brevipalpus* sp., (ca) *Catarhinus* sp., (ch) *C. heveae*, (cz) *Czenspinskia* sp., (de) *Deleonia* sp., (dt) *D. tesselatus*, (eci) *E. citrifolius*, (eco) *E. concordis*, (eo) *Eotetranychus* sp., (fu) *Fungitarsonemus* sp., (ga) *G. annectens*, (hc) *H. cinquaginta*, (iz) *I. zuluagai*, (lf) *L. formosa*, (lo1) *Lorryia* sp1., (Lo2) *Lorryia* sp2., (lo3) *Lorryia* sp3., (na) *N. anonymous*, (nb) *N. boycei*, (nep) *Neopronematus* sp., (net) *Neotetranychus* sp., (ni) *N. idaeus*, (nt) *N. tunus*, (oc) *O. cf. coffeae*, (og) *O. gossypii*, (or) *Oripoda* sp., (ou) *Oulenzia* sp., (pa) *Parapronematus* sp., (ps) *P. seringueirae*, (sp) *S. petiolula*, (ta1) *Tarsonemus* sp1., (ta2) *Tarsonemus* sp2., (tar) *Tarsonemoidea* sp., (tc) *T. confusus*, (te) *Tetra* sp., (th) *T. heveae*, (tm) *T. mexicanus* e (zq) *Z. quasagistemas*.

Figura 5. Dendograma evidenciando agrupamento de clones de seringueira com similaridade acima de 80%. (1) PB 235 com agrupamento 2, e (2) PR 255 e RRIM 600.

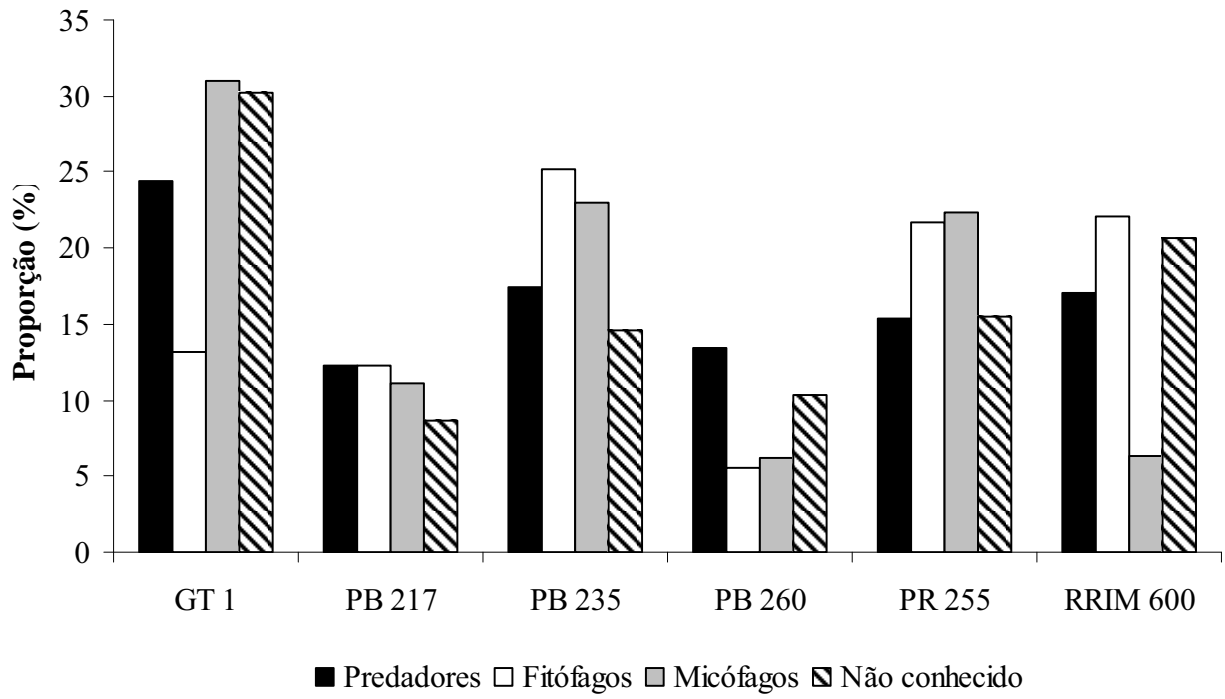


Figura 1.

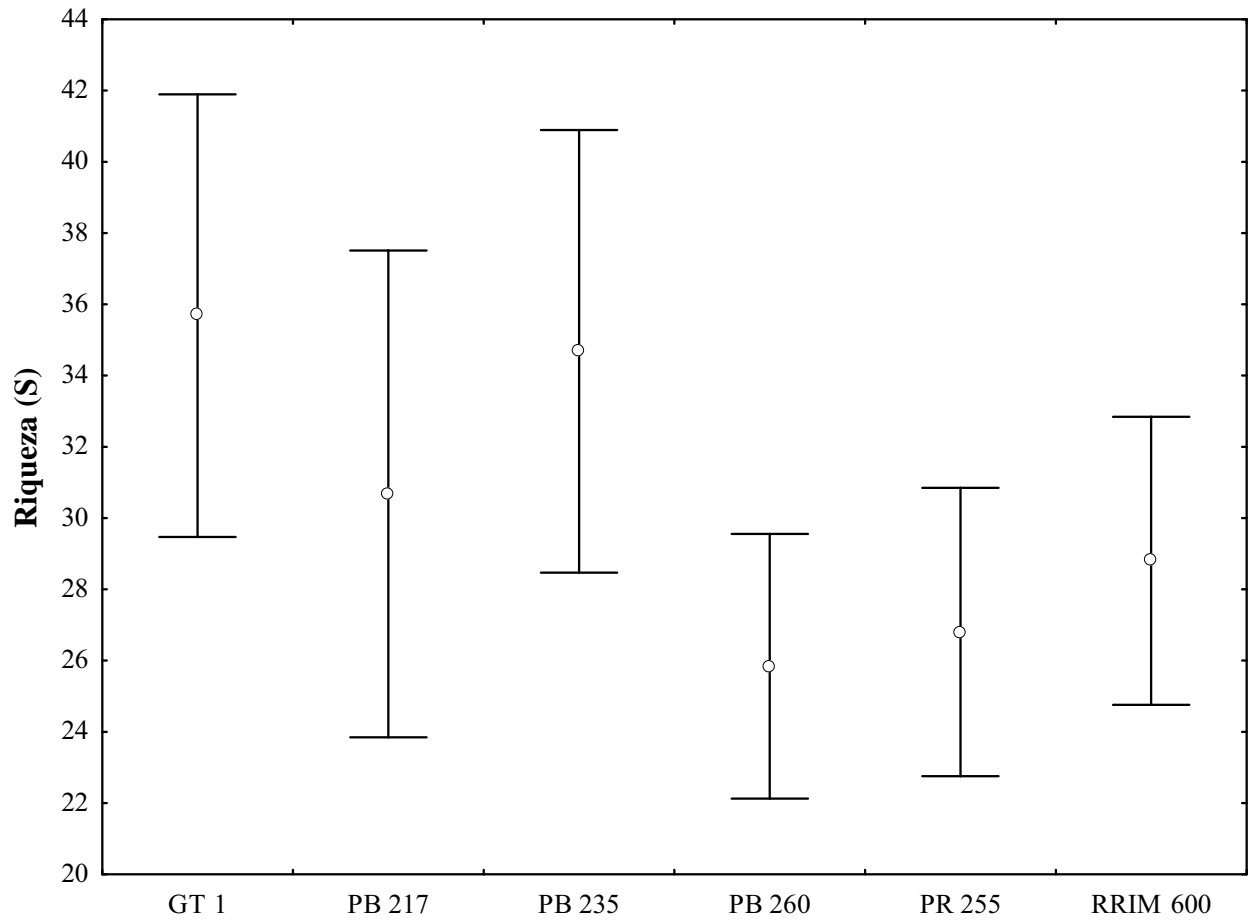


Figura 2.

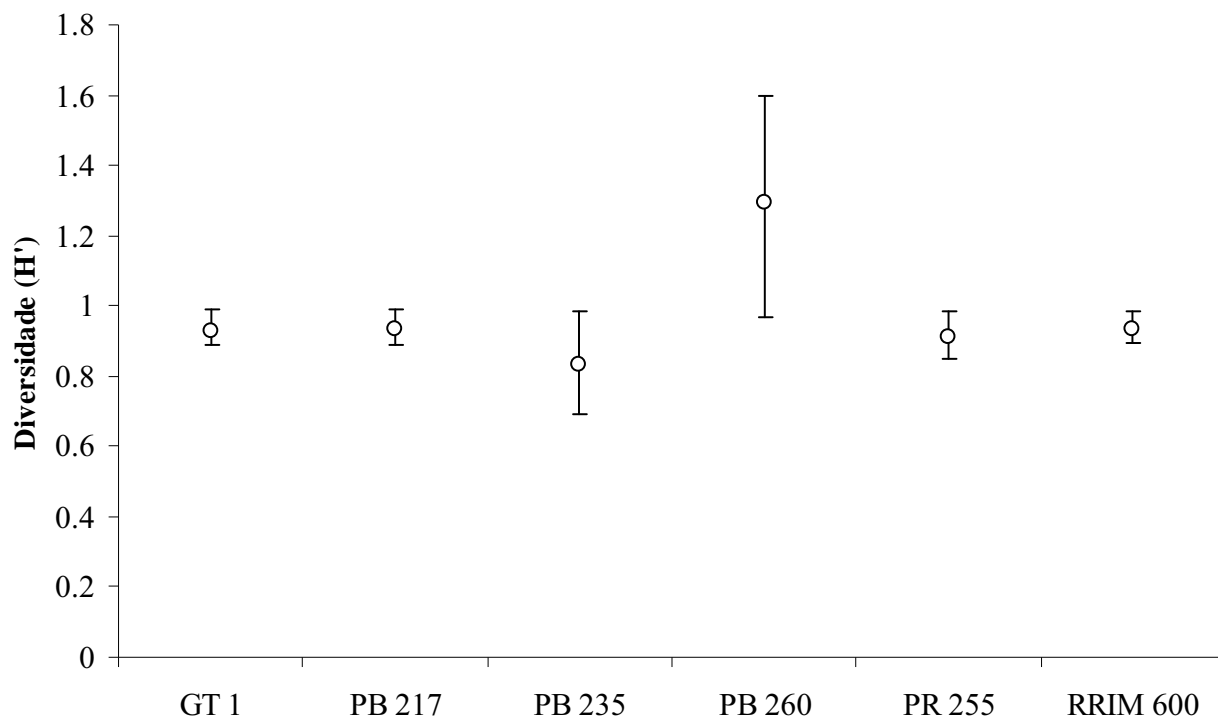
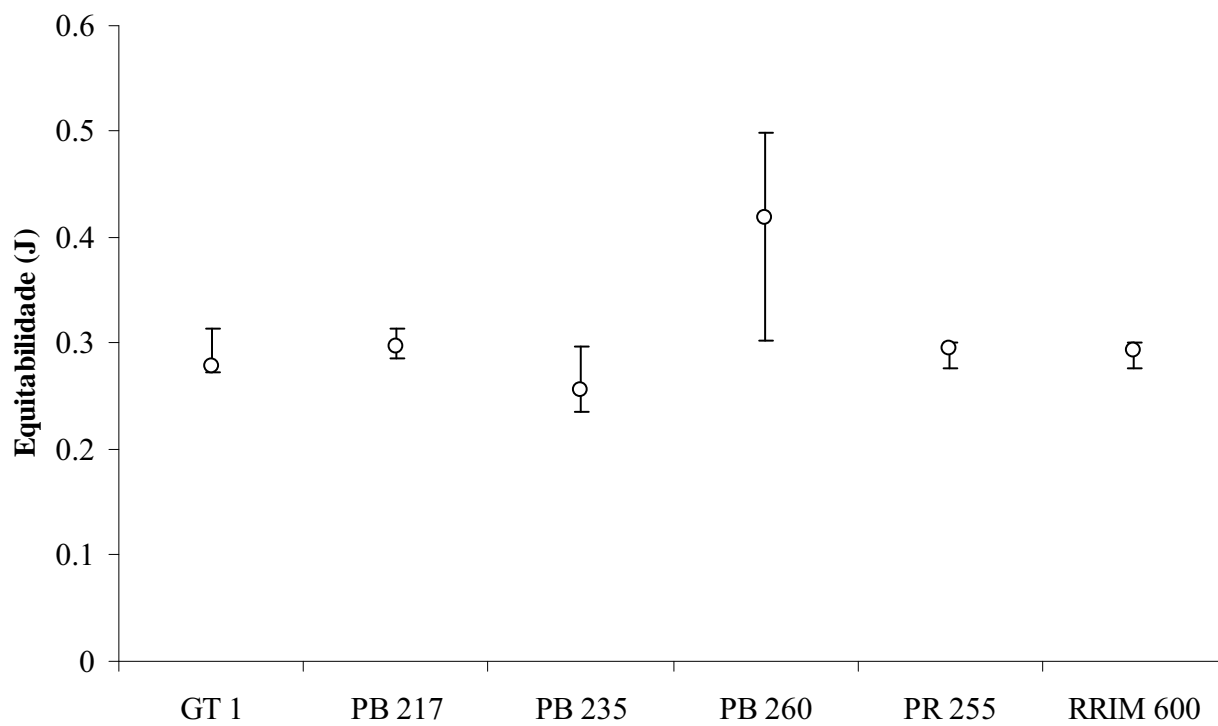
A**B**

Figura 3.

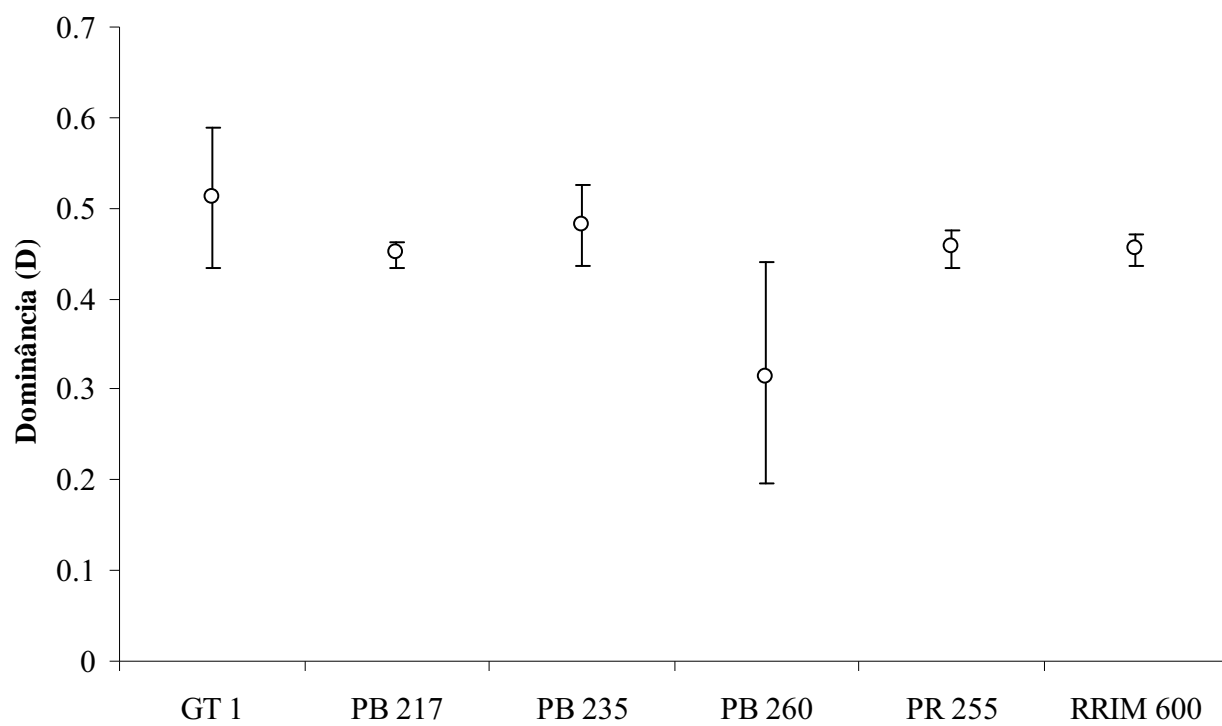
C

Figura 3. Continuação.

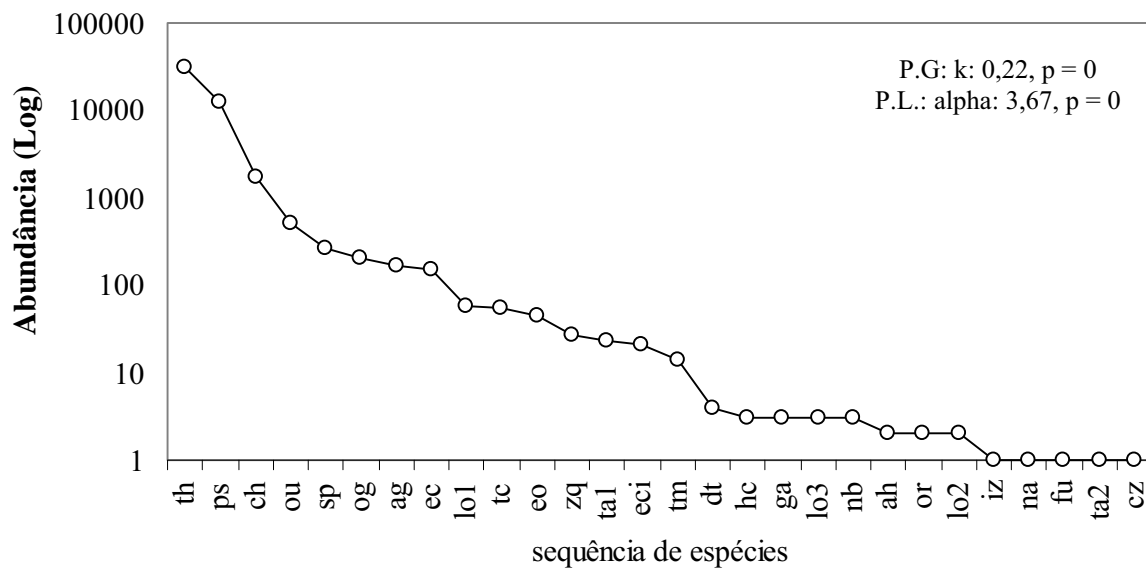
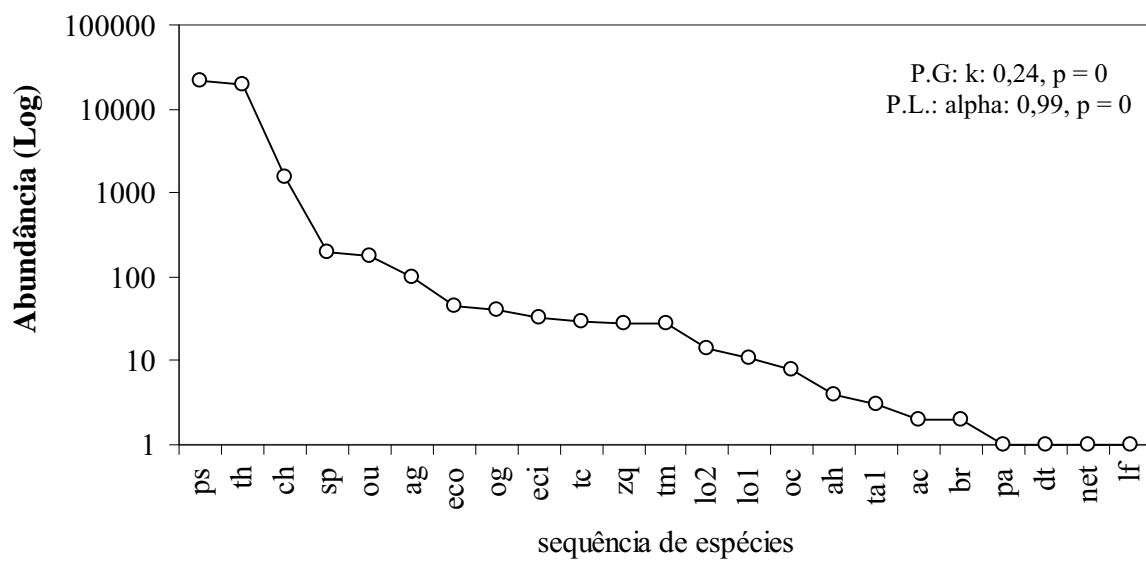
GT 1**PB 217**

Figura 4.

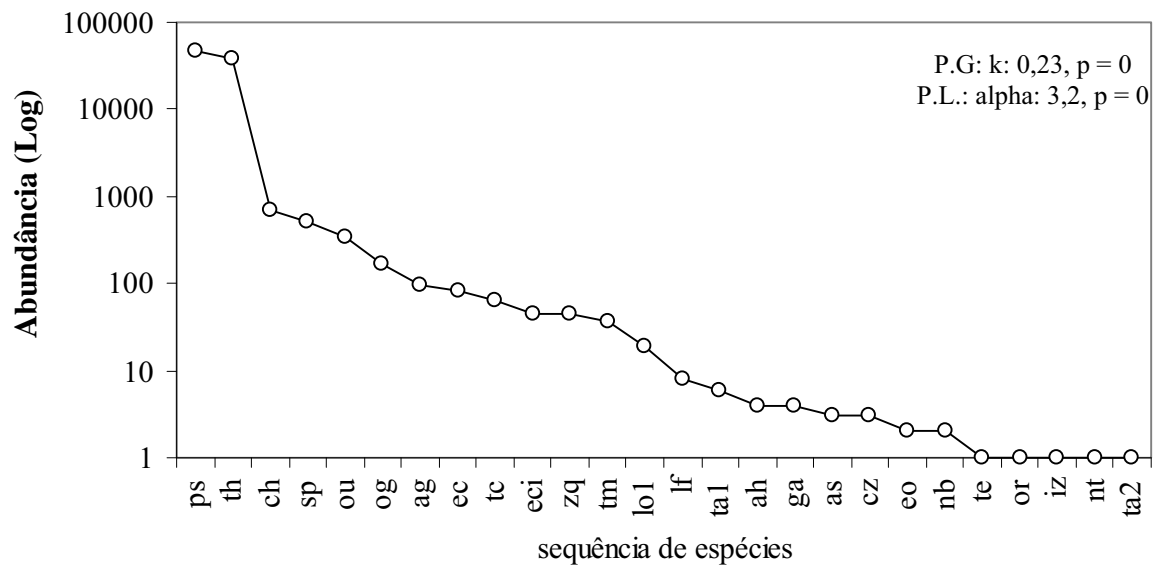
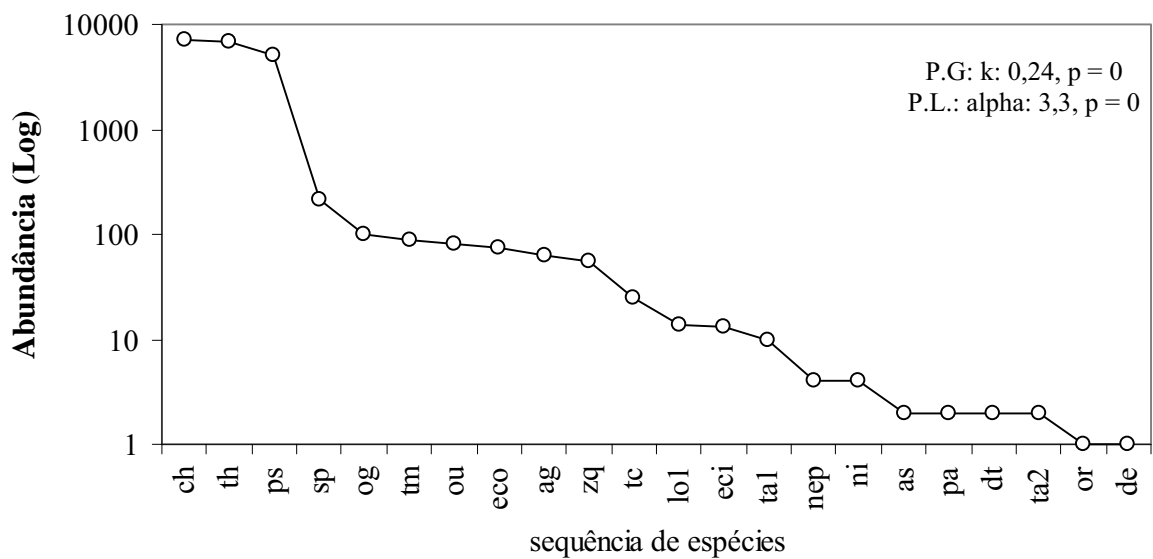
PB 235**PB 260**

Figura 4. Continuação.

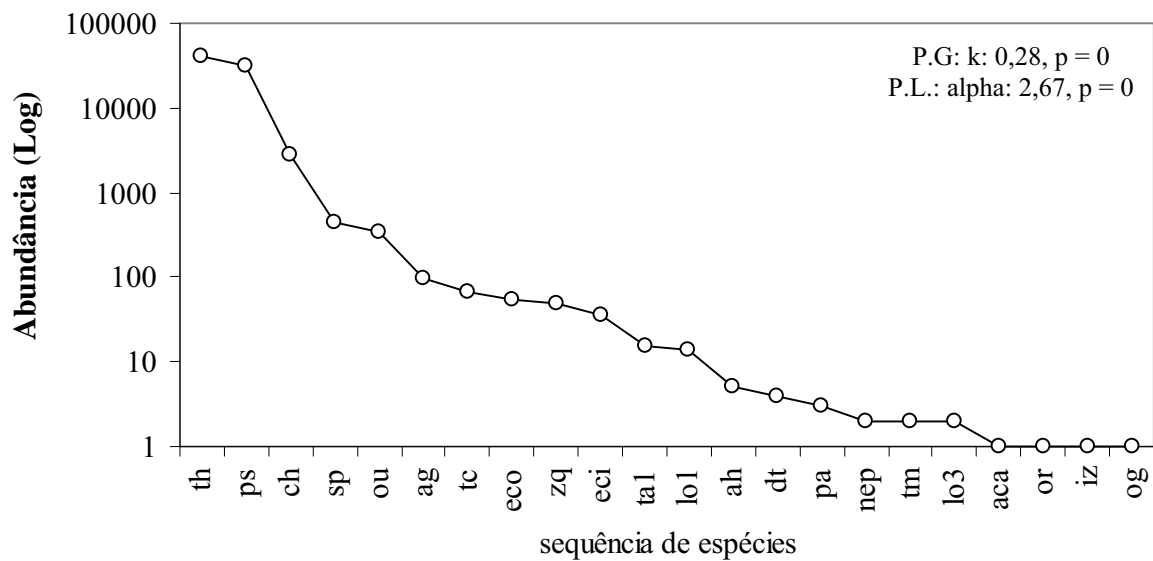
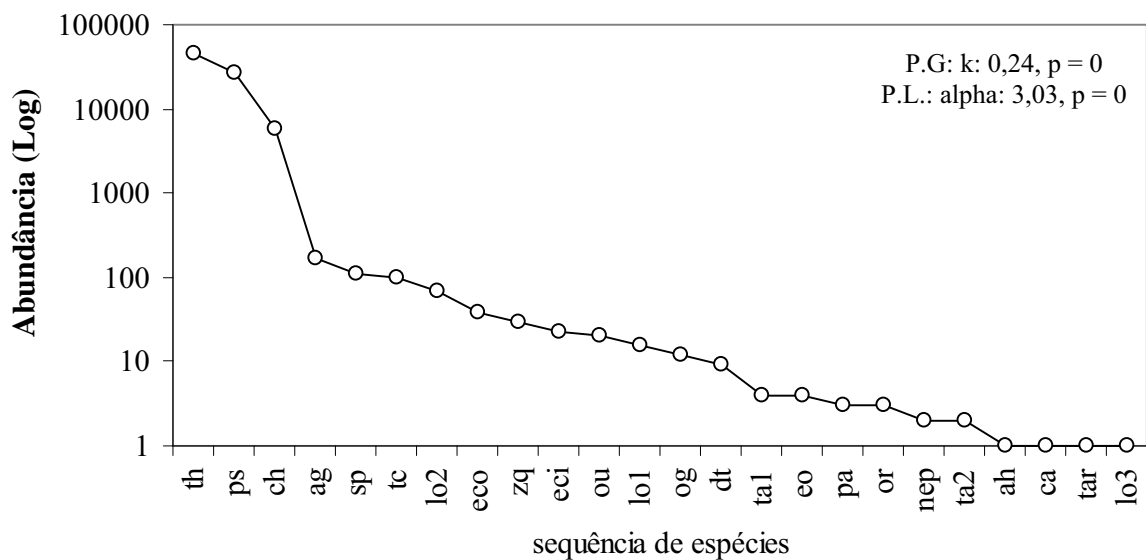
PR 255**RRIM 600**

Figura 4. Continuação.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

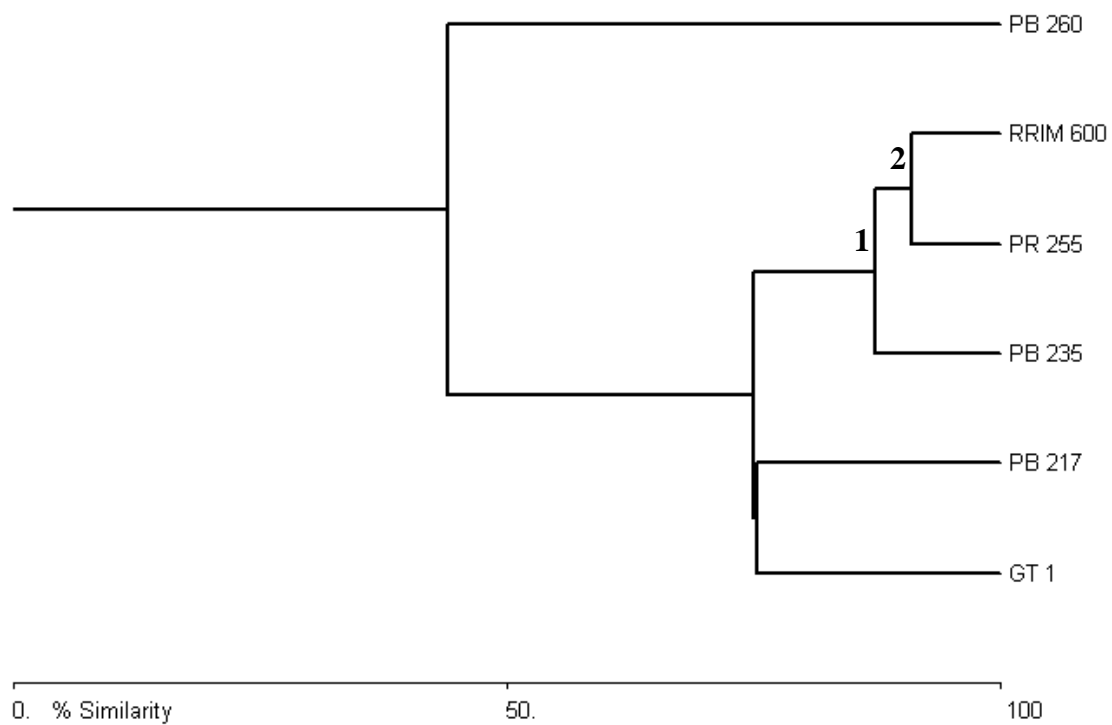


Figura 5.

Susceptibilidade de clones de seringueira ao ataque de *Calacarus*

***heveae* Feres (Acari, Eriophyidae)**

Susceptibilidade de clones de seringueira ao ataque de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae)

ABSTRACT. Susceptibility of rubber tree clones to the attack of *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae). The susceptibility of rubber tree clones to the attack of *Calacarus heveae* Feres was inferred through the biological cycle, reproduction and population survivorship of this mite. We also evaluated the nutritional values of leaflets from the plants studied. All essays were performed in controlled conditions with leaflets detached from six-year aged plants. In the first essay, we observed the development of 20 *C. heveae* individuals on the clones GT 1, PB 235 and RRIM 600. This experiment was repeated four times in periods when *C. heveae* was more abundant in the field: (R1) November-December 2005, (R2) January-February, (R3) March-April and (R4) May-June 2006. In another essay, we measured the protein, fats, aches and humidity content of 20 leaflets from each clone. We observed seasonal differences in the susceptibility of rubber tree clones to mite's attack. The PB 235 clone was concluded to be the most susceptible one, since the mites reared on that clone had shorter development period, highest egg production and highest survivorship. We also reported that the leaflets from replicates R2 and R3 were the most favorable to the development of *C. heveae*, emphasizing the seasonal resistance of rubber tree leaflets. The differences in susceptibility can not be explained by the variation of nutrients contents of leaflets because no significant differences in those parameters were observed between the clones, in the four periods evaluated.

KEYSWORD. Biology, *Hevea brasiliensis*, nutritional value, phytophagous mite, seasonal resistance

RESUMO. Susceptibilidade de clones de seringueira ao ataque de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae). A susceptibilidade de clones de seringueira foi avaliada através do ciclo biológico, reprodução e sobrevivência populacional de *Calacarus heveae* Feres. Também foram examinados os valores nutricionais dos folíolos das plantas estudadas. Todos os ensaios foram realizados em condições controladas, com folíolos destacados de plantas com seis anos de idade. Para o primeiro ensaio, foram acompanhados o desenvolvimento de 20 indivíduos de *C. heveae* nos clones GT 1, PB 235 e RRIM 600, sendo o experimento repetido quatro vezes. Cada uma dessas repetições foi realizada em período onde se registrou o ácaro no campo: (R1) novembro-dezembro de 2005, (R2) janeiro-fevereiro, (R3) março-abril e (R4) maio-junho de 2006. Já para o segundo ensaio, foram analisados o teor de proteínas, gorduras, cinzas e umidade de 20 folíolos de cada clone. Foram verificadas diferenças sazonais na susceptibilidade dos clones ao ataque do ácaro. PB 235 foi o que apresentou a maior susceptibilidade, pois nesse clone os ácaros apresentaram curto período de desenvolvimento, elevada ovipostura e maior sobrevivência. Também foi verificado que os folíolos nos períodos R2 e R3 foram os mais favoráveis para o desenvolvimento de *C. heveae*, o que evidencia a resistência sazonal dos folíolos da seringueira. As diferenças na susceptibilidade não podem ser explicadas pela variação na concentração de nutrientes nos folíolos, pois não houve diferenças significativas desse parâmetro entre os clones, nos quatro períodos analisados.

PALAVRAS-CHAVE. Ácaro fitófago, biologia, *Hevea brasiliensis*, resistência sazonal, valor nutricional

O fitófago *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) tem sido considerado o principal ácaro praga da seringueira, *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae), em cultivos nos estados de São Paulo e Mato Grosso (Hernandes & Feres 2006, Vis *et al.* 2006, Feres *et al.* 2002, Ferla & Moraes 2002, Feres 2000, Vieira & Gomes 1999). Esse ácaro ocorre na face adaxial dos folíolos e seu ataque, dependendo das condições ambientais e dos fatores intrínsecos da planta, pode ocasionar dois tipos de sintomas (Vieira *et al.* 2000): (i) amarelecimento progressivo intercalado com áreas verdes (mosaico), sendo que ao longo do tempo os folíolos tornam-se inteiramente avermelhados; ou (ii) pontuações amareladas com ou sem áreas necróticas centrais. Grandes surtos dessa espécie em campo podem ocasionar intensas desfolhas nas plantas (Vieira & Gomes 1999) e reduzir cerca de 30% a produção de látex, matéria-prima para fabricação da borracha natural, segundo informações de alguns produtores rurais (Feres 2000).

O ciclo biológico de *C. heveae* já foi estudado por Ferla & Moraes (2003a) em folíolos destacados do clone PB 260. Esses autores verificaram que os indivíduos criados nesse substrato apresentaram rápido desenvolvimento, com duração média de 5,8, 2 e 1,4 dias nas fases de ovo, ninfas 1 e 2, respectivamente. Já as fêmeas adultas nesse clone sobreviveram em média por 8,4 dias e produziram 16,2 ovos durante todo o seu ciclo de vida.

Ferla & Moraes (2003b) testaram a eficiência de alguns ácaros predadores pertencentes às famílias Phytoseiidae e Stigmaeidae no controle de *C. heveae* e, baseando-se na taxa de oviposição, indicaram *Agistemus floridanus* Gonzalez (Acari, Stigmaeidae) como potencial inimigo natural dessa espécie. Embora predadores desse gênero tenham sido registrados com frequência em levantamentos da acarofauna nos seringais paulistas e matogrossenses, são geralmente encontrados em pequena abundância com relação a *C. heveae* (Demite & Feres 2008, 2007, Bellini *et al.* 2005, Feres *et al.* 2002, Ferla & Moraes 2002), o que leva a crer, que o controle exercido por aquele predador sobre a população desse fitófago

não é significativo em condições naturais. Tanzini *et al.* (2000) registraram a infecção de *C. heveae* pelo fungo *Hirsutella thompsonii* em exemplares coletados nos seringais de Itiquira, MT, contudo, ainda existem dificuldades na criação massal desse patógeno (M.R. Tanzini com. pess.).

A única alternativa eficiente em controlar *C. heveae* atualmente é através do uso de defensivos agrícolas, pois essa espécie apresentou, em testes de campo e de laboratório, sensibilidade a uma grande variedade desses produtos (Vieira *et al.* 2006, Ferla & Moraes 2003c, Vieira & Gomes 2001, 1999). Contudo, devido aos efeitos deletérios que os pesticidas causam no ambiente e na saúde humana, outros métodos de controle desse ácaro devem ser procurados.

O plantio de cultivares resistentes tem sido utilizado como uma forma alternativa de controle de pragas, pois além de reduzir populações de fitófagos abaixo do nível de dano econômico, é uma medida de baixo custo para o produtor e que não causa distúrbio ou poluição no ambiente (Lara 1991, Cook & Smith 1988). A seringueira apresenta características ideais para o uso dessa tática de controle, pois, como consequência dos resultados das diversas pesquisas de melhoramento genético no Brasil e no sudeste asiático, centenas de variedades (clones) dessa planta foram produzidas e estão disponíveis no mercado nacional (Gonçalves *et al.* 2001). Entretanto, poucos estudos deram atenção a susceptibilidade de diferentes clones da seringueira ao ataque de ácaros fitófagos.

Segundo Feres (2000), alguns produtores de seringueira tem observado que os clones IAN 873, PB 235 e 260 são os mais afetados e os clones GT 1 e RRIM 600 os mais resistentes aos efeitos do ataque de *C. heveae*. Furquim (1999) *apud* Tanzini (1999), através de trabalhos de campo no município de Jaboticabal, SP, detectou maiores infestações desse fitófago nos clones PB 235, RRIM 701, PR 261 e PR 255, e menores nos clones RRIM 600, IAN 873 e GT 1. Já Daud & Feres (2007, capítulo I) verificaram que os clones mais

susceptíveis a *C. heveae* foram PB 260, RRIM 600 e PR 255, e os menos PB 235, PB 217 e GT 1, em cultivo localizado no sul do estado de Mato Grosso. Com o intuito de fornecer maiores detalhes sobre a susceptibilidade de diferentes clones de seringueira ao ataque de *C. heveae*, foram avaliados: (i) o ciclo biológico, a sobrevivência populacional e os parâmetros reprodutivos dessa espécie mantida em folíolos destacados de três clones; e (ii) os valores nutricionais desses folíolos e suas relações com o desenvolvimento do ácaro.

Material e Métodos

Os folíolos utilizados nos experimentos foram extraídos de plantas com seis anos de idade, cultivadas nas mesmas condições edáficas na área experimental do Depto. de Zoologia e Botânica do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – UNESP, São José do Rio Preto, SP. Para todos os ensaios foram selecionados folíolos da sexta a oitava gema de crescimento e que não apresentavam sintomas de danos ocasionados por fitófagos. Além disso, os folíolos foram sempre retirados da mesma planta ao longo dos experimentos, para cada clone de seringueira.

Arenas de criação e manutenção. As arenas foram confeccionadas de forma semelhante àquelas utilizadas por Ferla & Moraes (2003a) para a criação de *C. heveae*. Os ácaros foram criados em folíolos destacados dos clones GT 1, PB 235 e RRIM 600.

Para a montagem das arenas, os folíolos foram primeiramente lavados com água destilada e depois dispostos com a face adaxial voltada para cima sobre uma esponja de náilon de 2 cm de espessura, umedecida com água destilada. Nas bordas dos folíolos foram adicionadas tiras de algodão hidrofílico para se evitar a fuga dos ácaros. Cada arena foi mantida dentro de uma bandeja de alumínio de 5 x 17 x 25 cm. Para manter elevada a umidade relativa nas arenas de criação foi colocada uma placa de vidro sobre as bandejas, deixando-se aberta uma fresta de 1 cm em cada lateral para evitar a condensação de vapor

d'água sobre os folíolos. Segundo Ferla & Moraes (2003a), a eficácia da criação dessa espécie é aumentada em ambiente com elevada umidade relativa do ar. Diariamente foi adicionada água destilada nas bandejas com o intuito de manter a umidade da espuma de náilon e das arenas de criação.

Os ácaros utilizados para iniciar a criação de manutenção foram coletados em folíolos dos clones PB 235 e RRIM 600, de plantas localizadas na mesma área experimental anteriormente mencionada. Os folíolos foram inspecionados sob estereomicroscópio e as fêmeas encontradas transferidas para as arenas de criação com auxílio de um fino pincel. Foram adicionadas, pelo menos, 50 fêmeas de *C. heveae* em cada uma das arenas. As arenas foram mantidas em câmara climatizada à $28 \pm 0,1\text{C}^\circ$, com umidade relativa de $80 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 h por, no mínimo, três semanas antes das realizações dos ensaios.

Experimento 1. Ciclo biológico, oviposição e sobrevivência de *C. heveae*. As arenas utilizadas para este experimento foram confeccionadas da forma já descrita, entretanto, adicionando-se uma fina camada de algodão hidrofílico sobre a espuma de náilon umedecida, dispendo-se cada folíolo acima dessa camada. Além disso, cada folíolo foi dividido em quadrados de 1,4 x 1,4 cm com o uso de tiras de lenço de papel, estabelecendo assim as unidades para o estudo do ciclo biológico. Os clones estudados foram GT 1, PB 235 e RRIM 600 e o experimento conduzido em câmara climática com umidade relativa de $80 \pm 10\%$, fotoperíodo de 14 h, $28 \pm 1^\circ\text{C}$ na fotofase e $25 \pm 1^\circ\text{C}$ na escotofase, a fim de tentar reproduzir as condições climáticas do período de maior abundância dessa espécie no campo.

Em cada unidade foram colocadas sete fêmeas obtidas das arenas de criação, pertencentes ao mesmo clone da unidade estudada. Após 12 horas, as unidades foram examinadas sob estereomicroscópio, sendo retiradas as fêmeas daquelas onde ocorreu a oviposição, assim como os ovos excedentes, deixando apenas um ovo por unidade. Esse processo foi repetido até se obter um total de 20 ovos por clone/ensaio. Cada unidade foi

examinada diariamente às 8, 13 e 18:00 horas para verificação do estágio de desenvolvimento em que o ácaro se encontrava. Ao atingirem a fase adulta, as observações foram realizadas diariamente às 14:00 horas. Durante a fase adulta foram observadas a oviposição e a sobrevivência. Não foi adicionado macho nas arenas das fêmeas, pois além da dificuldade em se promover a fecundação dada a forma de transferência indireta de esperma nos ácaros dessa família (Lindquist *et al.* 1996), as fêmeas apresentam reprodução por partenogênese (Ferla & Moraes 2003a), o que dispensa a utilização de machos para realização da ovipostura. Ao primeiro sinal de deterioração dos folíolos, os ácaros foram transferidos para novas unidades de estudo. Caso ainda estivessem na fase de ovo, parte do substrato era transferido em conjunto a fim de evitar a manipulação direta dos ovos.

Exemplares adultos encontrados mortos nas arenas foram montados em lâminas de microscopia com o meio de Hoyer (Flechtmann 1975) para confirmação do sexo e como material testemunho.

Experimento 2. Análise nutricional dos folíolos de seringueira. Os valores nutricionais dos folíolos dos clones GT 1, PB 235 e RRIM 600 foram avaliados com base no teor de proteínas, gorduras (lipídios), cinzas (resíduo mineral fixo) e umidade (teor de água). O teor de proteínas foi analisado através do método Kjeldahl e o de gorduras pelo Bligh-Dyer. O teor de cinzas e a umidade foram analisados segundo metodologia proposta pela OAC (Cecchi 2003).

Delineamento experimental e análises estatísticas. Os ensaios foram inteiramente casualizados. No experimento 1 (ciclo biológico, oviposição e sobrevivência) foram utilizadas 20 réplicas (indivíduos) para cada clone de seringueira, sendo o ensaio repetido quatro vezes. Cada uma dessas repetições foi realizada em período onde se registrou a ocorrência de *C. heveae* no campo: Repetição 1 (R1) início do experimento em novembro e término em dezembro de 2005; (R2) início em janeiro e término em fevereiro; (R3) de março a abril; e (R4) de maio a junho de 2006. A duração do período médio de desenvolvimento de cada

estágio, a taxa de oviposição e a duração das fases reprodutivas dos ácaros criados sobre os diferentes clones foram comparadas através da ANOVA fatorial 2x2 (clone x repetições), complementada pelo teste de Tukey para a diferenciação das médias (Zar 1999). As curvas de sobrevivência para as três populações de *C. heveae* foram estimadas, independentemente para cada repetição, a partir da função de proporção acumulativa de Kaplan-Meier e comparadas pelo teste de Wilcoxon generalizado, estendido para comparações de mais de duas amostras (Hosmer Jr. & Lemeshow 1999). Os indivíduos que foram encontrados mortos nas tiras de lenço de papel que delimitavam as arenas ou que morreram devido a manipulação (mortes acidentais) foram considerados como dados censurados para o cálculo desse último teste. Devido ao pequeno número obtido de machos, estes foram desconsiderados nas análises estatísticas, exceto para a análise de sobrevivência.

Para o experimento 2 (análise nutricional) foram extraídos 20 folíolos de cada uma das plantas dos três clones, sendo essas os mesmos exemplares utilizados para o experimento 1. As análises foram repetidas quatro vezes, sendo cada repetição realizada em período equivalente ao do experimento 1: (1) novembro de 2008, (2) janeiro, (3) março e (4) maio de 2009. Os valores nutricionais dos folíolos de cada clone e repetição foram comparados através do teste G, com a utilização das correções de Bonferroni (α/n) para comparações pareadas (Zar 1999).

Resultados

Experimento 1. Ciclo biológico de *C. heveae*. A maioria dos parâmetros biológicos utilizados para comparar o desempenho de *C. heveae* variou significativamente quando os ácaros foram criados nos diferentes clones de seringueira e nas quatro repetições, sendo esses: duração do período de incubação de ovos, estágio de ninfa 1 e longevidade de fêmeas, a

duração dos períodos de oviposição e pós-oviposição, o número médio de ovos/fêmea/dia e o total de ovos/fêmea (Tabela I).

O menor período de incubação de ovos foi observado no clone RRIM 600 da réplica R1 (realizada de novembro a dezembro de 2005), com duração de 5,3 dias em média, enquanto o de maior duração no clone GT 1 de R2 (janeiro a fevereiro de 2006), com 6,2 dias. No geral, os ácaros nesse último clone apresentaram período de incubação superior em relação aos criados nos demais clones estudados, com exceção na R3 (março a abril de 2006), onde não houve variação significativa na duração média dessa fase de desenvolvimento entre os três tratamentos (Tabelas I e II).

O estágio de ninfa 1 de maior duração foi observado para os ácaros mantidos em GT 1 da R1, que permaneceram nessa fase durante 2,4 dias. Em PB 235 nas repetições R2 e R3, os indivíduos apresentaram o menor tempo de permanência no estágio de ninfa 1, com 1,9 dias de duração nessa fase. Já o tempo gasto no estágio de ninfa 2 não diferiu entre os ácaros nos diferentes clones e repetições (Tabela I). Os ácaros permaneceram nesse último estágio de 1,7 a 2,5 dias (Tabela II).

Todas as fêmeas criadas na R1 apresentaram longevidade média inferior em relação às demais, sendo as do clone GT 1 com a menor longevidade registrada no geral (2,9 dias, tabelas I e II). As fêmeas com as maiores longevidades foram as mantidas nos clones PB 235 da R2 e GT 1 da R3, com duração média na fase adulta de 12,2 e 14,5 dias, respectivamente. As fêmeas de GT 1 em R2 apresentaram menor longevidade em relação daquelas mantidas nos demais clones desta mesma repetição (Tabela II).

Experimento 1. Parâmetros reprodutivos das fêmeas. Das fases reprodutivas das fêmeas, os períodos de oviposição e pós-oviposição foram os que apresentaram variação significativa entre a interação clones x repetições e entre as repetições, respectivamente (Tabela I). O período de oviposição de maior duração foi observado para as fêmeas nos clones PB 235 da

R2 e GT 1 da R3 com duração média de 11,3 e 10 dias, respectivamente, enquanto o de menor em GT 1 da R2 e PB 235 da R3, cuja a fase de ovipostura perdurou em média por somente quatro dias. Já a permanência na fase de pós-oviposição das fêmeas da R2 foi menor em relação às da R3. A duração dessa fase variou de 1,4 a 3,7 dias (Tabela III). A duração no período de pré-oviposição, que não diferiu entre os tratamentos (Tabela I), foi de 1,2 dias a 2,6 dias (Tabela III).

No decorrer do período de oviposição da R2, as fêmeas criadas nos folíolos dos três clones de seringueira mostraram diferenças no número médio de ovos postos diariamente, sendo aquelas que se alimentaram dos folíolos de GT 1 as que apresentaram a menor média (1,5 ovos/fêmea/dia, Fig. 1). Quando considerado o número total, foi observada as maiores posturas de ovos para aquelas mantidas no clone PB 235 das R3 e R2 com 38 e 32,9 ovos/fêmea, respectivamente, enquanto as com menores posturas foram as de GT 1 da R2, com 8,6 ovos/fêmea (Tabela I, fig. 1). As fêmeas em RRIM 600 na R2 também apresentaram grande postura de ovos (24,3 ovos), porém as criadas nesse clone na R3 apresentaram oviposição inferior daquelas em PB 235 e similar as de GT 1, desta mesma repetição (Fig. 1).

Os dados dos parâmetros reprodutivos das repetições R1 e R4 foram desconsiderados das análises estatísticas devido ao número de réplicas insuficiente obtido nos clones GT 1 e RRIM 600, respectivamente. Além disso, as fêmeas ($n = 4$) que atingiram a fase adulta no primeiro clone não entraram na fase de oviposição.

Experimento 1. Sobrevivência populacional. A sobrevivência populacional de *C. heveae* nos três clones apresentou variação significativa somente na R2 (Wilcoxon, $\chi^2 = 12,1$; $gl = 2$; $p = 0,002$). Nessa réplica, a maior sobrevivência, evidenciada pela menor inclinação da curva, foi observada para a população de ácaros criada em folíolos do clone PB 235, enquanto a menor para a de GT 1. No primeiro clone, os indivíduos sobreviveram em média de 15 a 20

dias, enquanto no último a maioria dos ácaros apresentou longevidade inferior a 15 dias. Para RRIM 600, dessa réplica, foi observada sobrevivência intermediária de *C. heveae* (Fig. 2).

Para as demais réplicas, não foram observadas diferenças significativas na sobrevivência entre as populações dos três clones (R1: $\chi^2 = 0,4$; gl = 2; $p = 0,82$, R3: $\chi^2 = 2,4$; gl = 2; $p = 0,29$, R4: $\chi^2 = 1,7$; gl = 2; $p = 0,42$). Além disso, as curvas estimadas apresentaram padrões de inclinação semelhantes, dentro de cada repetição (Fig. 2). Porém, a menor sobrevivência de *C. heveae* foi observada para as populações da R1, onde a maioria dos indivíduos sobreviveu, no máximo, até 10 dias. Nas R3 e R4, os ácaros tenderam a apresentar sobrevivência superior em relação aos da R1. A maioria dos ácaros na R3 sobreviveu entre 8 a 16 dias e os da R4 entre 5 a 13,4 dias (Fig. 2).

Experimento 2. Análise nutricional dos folíolos. Não houve diferenças significativas entre os parâmetros nutricionais dos folíolos dos três clones de seringueira, nas quatro repetições (proteína G = 3,9; gordura G = 0,6; cinzas G = 1,07 e umidade G = 6,3; $p > 0,05$). Entretanto, foi observada tendência de menor teor de proteínas para os folíolos analisados na R4. Esse parâmetro variou de 12,8 em RRIM 600 da R1 a 7,1% desse mesmo clone na R4. Os parâmetros nutricionais dos folíolos analisados dos três clones, nas quatro repetições, estão mostrados na tabela IV.

Discussão

Com base nos parâmetros biológicos avaliados pode-se observar diferenças sazonais na susceptibilidade dos clones GT 1, PB 235 e RRIM 600 ao ataque de *C. heveae*. A partir do mês de novembro (réplica R1), os folíolos dos clones PB 235 e RRIM 600 já estavam propícios ao desenvolvimento desse fitófago, embora a sobrevivência e os valores dos parâmetros reprodutivos das fêmeas tenham sido inferiores em relação daquelas criadas nos folíolos nas demais repetições, com exceção da R4 (maio a junho de 2006). Nessa última

réplica, as fêmeas apresentaram valores de postura similares com as de R1. Variações sazonais na resistência de cultivares ao ataque de ácaros já foram verificadas por Kerguelen & Hoddle (2000), que observaram diferenças na susceptibilidade de genótipos do abacate (*Persea americana* Miller, Lauraceae) ao ataque de *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello (Tetranychidae) somente em alguns meses amostrados, e por Nukenine *et al.* (2000), que correlacionaram infestações de *Mononychellus tanajoa* Bondar (Tetranychidae) com as variações sazonais dos níveis de nutrientes nas folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae).

Os ácaros das R2 (janeiro a fevereiro) e R3 (março a abril) apresentaram maiores valores de oviposição, períodos mais prolongados de postura e maior sobrevivência nos três clones estudados, evidenciando que os folíolos da seringueira utilizados nos experimentos durante o período de janeiro a abril estavam mais propícios para o desenvolvimento de *C. heveae*. Esses resultados estão de acordo com estudos realizados por outros autores em culturas no estado de São Paulo, nas quais registraram as maiores infestações dessa espécie no primeiro semestre do ano, principalmente durante os meses de março a abril, que correspondem ao final da estação chuvosa e início da estação seca (Demite & Feres 2005, Hernandez & Feres 2006, Vis *et al.* 2006, Feres *et al.* 2002, Vieira & Gomes 1999).

O clone GT 1 mostrou grande resistência a *C. heveae* em novembro (R1), pois além de apresentar os estágios de desenvolvimento de maior duração, os exemplares criados nos folíolos daquele clone não atingiram a fase reprodutiva e apresentaram pequena sobrevivência. Na R2 pôde-se observar menor sobrevivência populacional de ácaros sobre esse clone, em relação aos mantidos em PB 235 e RRIM 600. Esses resultados são sugestivos de que GT 1 é o clone menos propício para o desenvolvimento e sobrevivência de *C. heveae*, dentre os estudados, o que explica a menor incidência desse ácaro no clone GT 1 em relação ao RRIM 600 (Daud & Feres 2007, capítulo I). Por outro lado, na R3, os ácaros criados em

GT 1 apresentaram maiores sobrevivência e as fêmeas maior número de ovos em relação as réplicas anteriores, evidenciando a variação sazonal de sua susceptibilidade. Todavia, nesse mesmo período, as fêmeas mantidas em folíolos de GT 1 apresentaram postura total de ovos inferior quando comparadas com aquelas de PB 235.

De acordo com Awmack & Leather (2002), o elevado gasto energético das fêmeas durante a reprodução permite considerar a postura de ovos como um dos parâmetros biológicos mais adequados para se avaliar a susceptibilidade de uma planta hospedeira em relação a um herbívoro. Com base nisso, o clone PB 235 foi considerado o mais susceptível a infestação de *C. heveae*, pois as fêmeas que se alimentaram de seus folíolos apresentaram a maior postura total de ovos na maioria das réplicas. Além disso, os ácaros criados nos folíolos desse clone apresentaram menor tempo para atingir a fase adulta e os maiores valores de sobrevivência populacional na R2. Já RRIM 600 foi o clone de susceptibilidade intermediária para o desenvolvimento desta espécie, como evidenciado pela análise de sobrevivência na R2 e produção de ovos pelas fêmeas nas R2 e R3.

A disponibilidade de nutrientes nos folíolos das plantas é um fator determinante na sobrevivência e no desenvolvimento de fitófagos (Awmack & Leather 2002). Alguns autores já verificaram que a concentração de nutrientes nas folhas pode variar sazonalmente e, conseqüentemente, interferir na abundância de ácaros (Awmack & Leather 2002, Nukenine *et al.* 2000, Rodriguez *et al.* 1983). Entretanto, não foi observada variação significativa na concentração dos nutrientes (proteína, gordura, cinzas e umidade) em relação aos folíolos dos três clones de seringueira, nos quatro períodos estudados.

Daud & Feres (2007, capítulo I) constataram menor incidência de *C. heveae* em PB 235 com relação a GT 1 e RRIM 600, em cultivo no sul de Mato Grosso, o que é indicativo da maior resistência do primeiro clone ao ataque desse ácaro. Entretanto, neste estudo foi constatado o oposto, pois os folíolos do clone PB 235 foram os mais favoráveis para o

desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de *C. heveae*, como previamente observado por Furquim *apud* Tanzini (1999), em um cultivo no estado de São Paulo. Provavelmente, as plantas do clone PB 235 amostradas por Daud & Feres (2007) apresentaram pseudo-resistência, ou seja, uma resistência temporária ocasionada por fatores edafo-climáticos ou por mera casualidade (Lara 1991). Além disso, as plantas analisadas por Daud & Feres (2007) possuíam 18 anos, enquanto as utilizadas para extração de folíolos que serviram como substrato para o experimento, apenas seis anos de idade. A susceptibilidade de um cultivar também pode estar relacionada com a idade da planta hospedeira (Lara 1991, Kearsley & Whitham 1989, Cook & Smith 1988). Segundo Karban (1987), os indivíduos jovens de algumas espécies de plantas são mais propícios para o desenvolvimento de fitófagos, enquanto na fase adulta tornam-se mais resistentes como consequência da defesa induzida pelo ataque de herbívoros ao longo de sua vida. Outros autores também verificaram experimentalmente a variação na susceptibilidade de cultivares em relação a idade da planta hospedeira (e.g. Nukenine *et al.* 2000, Karban & Thaler 1999, Kearsley & Whitham 1989).

Opit *et al.* (2001) afirmaram que a procedência do material genético deve ser considerada nos estudos de resistência de plantas. Esses autores verificaram valores discrepantes de seus resultados com de outros existentes na literatura, em relação a susceptibilidade de cultivares de *Pelargonium peltatum* (L.) L'Her ex Ait. (Geraniaceae) a *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), e propuseram que isso ocorreu principalmente devido aos diferentes locais de procedência das plantas utilizadas nos experimentos. As diferenças na origem do material genético dos hospedeiros utilizados nestes experimentos e daqueles estudados por Daud & Feres (2007) poderiam explicar os dados conflitantes da susceptibilidade de PB 235 a infestação de *C. heveae*. Segundo P. Gonçalves (com.pess.), já foram identificadas diferenças genéticas de plantas do clone PB 235 provenientes de diferentes localidades, o que corrobora com a hipótese acima mencionada.

Com base nos resultados de todos os experimentos realizados, pode-se supor que a susceptibilidade dos clones ao ataque de *C. heveae* deve ter sido influenciada pela variação sazonal dos níveis de compostos químicos defensivos foliares que, entretanto, não foram analisados. Por outro lado, em relação a análise de nutrientes, as técnicas analíticas utilizadas podem não ter sido satisfatórias para verificar com precisão a flutuação de suas concentrações nos folíolos de seringueira.

Algumas características morfológicas dos folíolos, tais como a rigidez da parede celular e espessura da epiderme foliar podem influenciar a alimentação de artrópodes herbívoros (Slansky Jr. 1990). Entretanto, a espessura da epiderme não deve ter influenciado a alimentação de *C. heveae* pois, como já verificado por Martins & Zieri (2003), não existe diferenças na altura das células da epiderme adaxial entre folíolos dos clones GT 1 e RRIM 600.

Independente do que esteja determinando essas diferenças entre os clones de seringueira, o fator de resistência está influenciando o desenvolvimento, reprodução e a sobrevivência de *C. heveae*. Futuras análises dos compostos químicos foliares serão necessárias para explicar qual o fator determinante na susceptibilidade de clones da seringueira ao ataque de *C. heveae*.

Agradecimentos

À empresa “Plantações E. Michelin, Ltda., Itiquira, MT e às instituições “Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão de São José do Rio Preto (FAPERP)” e a “Associação Paulista dos Produtores e Beneficiadores de Borracha (APABOR)” pelo auxílio financeiro concedido. Ao Sr. Ginaldo V. dos Santos (Auxiliar Técnico Acadêmico, Depto. de Engenharia de Alimentos, UNESP, São José do Rio Preto) pela realização das análises nutricionais dos

folíolos de seringueira. Aos discentes Raquel G. Kishimoto e Marcelo Del'Arco (UNESP, São José do Rio Preto) pelo auxílio técnico na realização dos experimentos.

Referências

- Awmack, C.S. & S. R. Leather. 2002. Host Plant Quality and Fecundity in Herbivorous Insects. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 817-844.
- Bellini, M.R., G.J. de Moraes & R.J.F. Feres. 2005. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 34 (3): 475-484.
- Cecchi, H.M. 2003. Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos. Campinas, Unicamp, 2a edição, 208p.
- Cook, C.A. & C.M. Smith. 1988. Resistance plants as an alternative to chemical control of insects: Pitfalls to progress. *Fla. Entomol.* 71 (4): 546-553.
- Daud, R.D. & R.J.F. Feres. 2007. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso. *Rev. Bras. Entomol.* 51 (3): 377-381.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2008. Influência de fragmentos de Cerrado na distribuição de ácaros em seringal. *Neotrop. Entomol.* 37 (2): 196-204.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2007. Ocorrência e flutuação populacional de ácaros associados a seringais vizinhos de fragmento de Cerrado. *Neotrop. Entomol.* 36 (1): 117-127.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2005. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. *Neotrop. Entomol.* 34 (5): 829-836.

- Feres, R.J.F. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. Rev. Bras. Zool. 17 (1): 157-173.
- Feres, R.J.F., D. de C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. Santos. 2002. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (1): 137-144.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003a. Ciclo biológico de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari, Eriophyidae). Rev. Bras. Entomol. 47 (3): 399-402.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003b. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. Rev. Bras. Zool. 20 (1): 153-155.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2003c. Efeito de diferentes concentrações de acaricidas e inseticidas-acaricidas sobre *Calacarus heveae* Feres, 1992 e *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Acari: Eriophyidae e Tenuipalpidae). Acta Biol. Leopoldensia 25 (2): 179-185.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2002. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no estado do Mato Grosso, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19 (3): 867-888.
- Flechtmann, C.H.W. 1975. Elementos de Acarologia. São Paulo, Livraria Nobel S.A., 344p.
- Gonçalves, P.S., O.C. Bataglia, A.A. Ortolani & F.S. Fonseca. 2001. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Boletim Técnico IAC 189, 77p.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006. Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no noroeste do Estado de São Paulo. Neotrop. Entomol. 35 (4): 523-535.

- Hosmer Jr., D.W. & S. Lemeshow. 1999. Applied survival analysis: Regression modeling of time to event data. New York, John Wiley & Sons Inc., 386p.
- Karban, R. 1987. Herbivory dependent on plant age: a hypothesis based on acquired resistance. *Oikos* 48 (3): 336-337.
- Karban, R. & J.S. Thaler. 1999. Plant phase change and resistance to herbivory. *Ecology* 80 (2): 510-517.
- Kearsley, J.C. & T.G. Whitham. 1989. Development changes in resistance to herbivory: Implications for individuals and populations. *Ecology* 70 (2): 422-434.
- Kerguelen, V. & M.S. Hoddle. 2000. Comparison of susceptibility of several cultivars of avocado to the perseia mite, *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Sci. Hortic.* 84: 101-114.
- Lara, F.M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, 2ª edição, Ícone Editora, 336p.
- Lindquist, E.E., M.W. Sabelis & J. Bruin. 1996. Eriophyids mites: Their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier Science, 790p.
- Martins, M.B.G. & R. Zieri. 2003. Leaf anatomy of rubber-tree clones. *Sci. agric.* 60 (4): 709-713.
- Nukenine, E.N., A.T. Hassan & A.G.O. Dixon. 2000. Influence of variety on the within-plant distribution of cassava green spider mite (Acari: Tetranychidae), and leaf anatomical characteristics and chemical components in relation to varietal resistance. *Int. J. Pest Manag.* 46 (3): 177-186.
- Opit, G.P., V.M. Jonas, K.A. Willians, D.C. Margolies & J.R. Nechols. 2001. Effects of cultivar and irrigation management on population growth of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on greenhouse ivy geranium. *Exp. Appl. Acarol.* 25: 849-857.

- Rodriguez, J.G., D.A. Reicosky & C.G. Patterson. 1983. Soybean and mite interaction: Effects of cultivar and plant growth stage. *J. Kans. Entomol. Soc.* 56 (3): 320-326.
- Slansky Jr., F. 1990. Insect nutritional ecology as a basis for studying host plant resistance. *Fla. Entomol.* 73 (3): 359-378.
- Tanzini, M.R. 1999. Manejo integrado do percevejo-de-renda da seringueira e ácaros na *Hevea*. In: Gonçalves, P.S. & J.F.C. Benesi. 1st. Ciclo de palestras sobre heveicultura paulista. Barretos, SP.
- Tanzini, M.R., S.B. Alves, M.A. Tamai, G.J de Moraes & N.F. Ferla. 2000. An epizootic of *Calacarus heveae* (Acari: Eriophyidae) caused by *Hirsutella thompsonii* on rubber trees. *Exp. Appl. Acarol.* 24: 141-144.
- Vieira M.R. & E.C. Gomes. 2001. Avaliação de acaricidas no controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira através de contagem em campo. *Cult. Agron.* 10 (1): 145-158.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 1999. Sintomas, desfolhamento e controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Cult. Agron.* 8 (1): 53-71.
- Vieira, M.R., E.C. Gomes & J.C. Figueira. 2006. Controle químico de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em seringueira. *BioAssay* 1: 1-7.
- Vieira, M.R., E.G. Fabri & E.A. Oliveira. 2000. Sintomatologia do ataque de *Calacarus heveae* em seringueira (*Hevea brasiliensis*). *Rev. Agric.* 75 (3): 405-414.
- Vis, M.J. de, G.J. de Moraes & M.R. Bellini. 2006. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35 (1): 112-120.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. New Jersey, 4^a ed., Prentice-Hall, Inc., 663p+212 App.

Tabela I. Resultados da ANOVA fatorial 2x2 aplicada para comparar os diferentes parâmetros biológicos de *C. heveae* criado nos três clones de seringueira, nas quatro repetições realizadas.

Parâmetros	Fonte de variação	gl	QM	F	p
Período de incubação dos ovos	Clones #	2	2,21	7,25	0,0009
	Experimento #	3	1,80	5,80	0,0008
	Clones x Experimento #	6	0,69	2,25	0,041
	Erro	153	0,30		
Duração da fase ninfa 1	Clones #	2	0,48	3,84	0,02
	Experimento	3	0,20	1,60	0,19
	Clones x Experimento	6	0,13	1,05	0,39
	Erro	118	0,12		
Duração da fase ninfa 2	Clones	2	0,40	2,64	0,076766
	Experimento	3	0,38	2,53	0,062233
	Clones x Experimento	6	0,21	1,41	0,218647
	Erro	92	0,15		
Longevidade da fêmea adulta*	Clones	2	8,90	0,57	0,57
	Experimento #	2	142,57	9,22	0,0004
	Clones x Experimento #	4	72,39	4,68	0,003
	Erro	45	15,46		
Período de pré-oviposição*	Clones	2	1,40	0,88	0,42
	Experimento	2	3,56	2,24	0,12
	Clones x Experimento	4	1,17	0,74	0,57
	Erro	46	1,59		
Período de oviposição**	Clones	2	4,73	0,58	0,56
	Experimento	1	4,06	0,50	0,48
	Clones x Experimento #	2	103,26	12,68	0,0001
	Erro	30	8,14		
Período de pós-oviposição**	Clones	2	2,94	2,47	0,10
	Experimento #	1	9,08	7,65	0,01
	Clones x Experimento	2	0,58	0,49	0,62
	Erro	26	1,19		
Número de ovos/fêmea/dia**	Clones #	2	1,47	4,22	0,02
	Experimento	1	0,62	1,80	0,19
	Clones x Experimento	2	0,74	2,13	0,13
	Erro	32	0,35		
Número total de ovos/fêmea**	Clones	2	214,61	3,22	0,05
	Experimento #	1	315,64	4,73	0,04
	Clones x Experimento #	2	742,87	11,14	0,0002
	Erro	32	66,66		

* Excluído da análise o experimento 4, devido a réplicas insuficientes do clone RRIM 600 para a realização do teste estatístico;

** Excluídos da análise os experimentos 1 e 4 devido a réplicas insuficientes dos clones GT 1 e RRIM 600, respectivamente;

Com diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela II. Duração média (\pm erro padrão), em dias, dos estágios de desenvolvimento de *C. heveae* nos três clones da seringueira, nas quatro repetições realizadas. Entre parênteses consta o número de indivíduos analisados.

Repetições / Clones	Estágio de desenvolvimento			
	Incubação	Ninfa 1	Ninfa 2**	Fêmea adulta
<u>R1. Nov-Dez/05</u>				
GT 1	5,7 \pm 0,2a,b* (14)	2,4 \pm 0,2a (12)	2,0 \pm 0,2 (9)	2,9 \pm 0,5b (3)
PB 235	5,4 \pm 0,2b (10)	2,0 \pm 0,03a,b (6)	1,7 \pm 0,3 (5)	5,6 \pm 0,9b (3)
RRIM 600	5,3 \pm 0,1b (17)	2,1 \pm 0,07a,b (16)	1,9 \pm 0,1 (12)	5,2 \pm 2,0b (6)
<u>R2. Jan-Fev/06</u>				
GT 1	6,2 \pm 0,1a (16)	2,2 \pm 0,1a,b (10)	2,1 \pm 0,2 (8)	6,4 \pm 1,5b (5)
PB 235	5,8 \pm 0,1a,b (12)	1,9 \pm 0,06b (12)	1,8 \pm 0,1 (11)	12,2 \pm 1,8a (9)
RRIM 600	5,5 \pm 0,2b (14)	2,0 \pm 0,1a,b (13)	1,9 \pm 0,07 (12)	10,8 \pm 1,1a (10)
<u>R3. Mar-Abr</u>				
GT 1	5,9 \pm 0,1a,b (19)	2,2 \pm 0,08a,b (15)	2,0 \pm 0,08 (10)	14,5 \pm 2,6a (4)
PB 235	6,1 \pm 0,1a (18)	1,9 \pm 0,06b (12)	2,0 \pm 0,06 (10)	6,5 \pm 1,0b (7)
RRIM 600	5,9 \pm 0,2a,b (12)	2,0 \pm 0,04a,b (11)	1,8 \pm 0,1 (9)	11,7 \pm 1,1a (7)
<u>R4. Mai-Jun</u>				
GT 1	6,1 \pm 0,2a (11)	1,9 \pm 0,07b (8)	2,1 \pm 0,07 (7)	9,1 \pm 1,4 (5)
PB 235	5,4 \pm 0,1b (11)	2,1 \pm 0,07a,b (8)	1,9 \pm 0,06 (7)	10,7 \pm 2,2 (3)
RRIM 600	5,6 \pm 0,2a,b (11)	1,9 \pm 0,2b (7)	2,5 \pm 0,3 (4)	6,0 (1)

* Diferentes letras entre linhas significam diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey;

** Não houve variação significativa no tempo de desenvolvimento entre os tratamentos para esse estágio.

Tabela III. Duração média (\pm erro padrão), em dias, das fases reprodutivas de fêmeas de *C. heveae* nos três clones da seringueira, nas quatro repetições realizadas. Entre parênteses consta o número de indivíduos analisados.

Experimento / clones	Fases da fêmea adulta		
	Pré oviposição*	Oviposição	Pós oviposição ***
<u>R1. Nov-Dez/05 #</u>			
GT 1	2,9 \pm 0,5 (3)	-	-
PB 235	2,4 \pm 0,7 (3)	1,8 \pm 0,7 (3)	1,4 \pm 0,4 (3)
RRIM 600	2,2 \pm 0,5 (6)	5,6 \pm 3,7 (3)	-
<u>R2. Jan-Fev/06</u>			
GT 1	1,2 \pm 0,2 (5)	4,1 \pm 1,4b** (5)	1,4 \pm 0,2 (4)
PB 235	1,7 \pm 0,8 (8)	11,3 \pm 1,0a (7)	2,6 \pm 0,5 (6)
RRIM 600	1,5 \pm 0,2 (10)	8,7 \pm 0,8a,b (9)	1,7 \pm 0,4 (8)
<u>R3. Mar-Abr</u>			
GT 1	1,6 \pm 0,2 (6)	10,0 \pm 2,4a (4)	3,0 \pm 0,7 (4)
PB 235	2,6 \pm 0,7 (7)	4,0 \pm 0,4b (4)	3,7 \pm 0,9 (3)
RRIM 600	1,2 \pm 0,2 (7)	8,0 \pm 1,0a,b (7)	2,4 \pm 0,2 (7)
<u>R4. Mai-Jun #</u>			
GT 1	2,3 \pm 1,1 (5)	6,5 \pm 1,5 (4)	2,0 \pm 0,4 (4)
PB 235	1,7 \pm 0,3 (3)	6,0 \pm 3,0 (3)	3,0 \pm 1,0 (3)
RRIM 600	2,0 (1)	1,0 (1)	3,0 (1)

* Não houve variação significativa no tempo médio gasto pelas fêmeas nesse estágio;

** Diferentes letras entre linhas significam diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey;

*** Diferenças observadas entre as repetições R2 e R3;

Número de fêmeas adultas insuficientes para realização do teste estatístico.

Tabela IV. Valores médios dos parâmetros nutricionais dos folíolos dos três clones, nas quatro repetições, extraídos das mesmas plantas utilizadas no experimento 1. Unidades dos valores em porcentagem (%).

Experimento / clones	Valores nutricionais			
	Proteína	Gordura	Teor de cinzas	Umidade
<u>R1. Nov-Dez/05</u>				
GT 1	11,3	2,4	2,4	43,4
PB 235	12,0	2,3	2,7	50,3
RRIM 600	12,8	2,4	3,1	43,9
<u>R2. Jan-Fev/06</u>				
GT 1	9,3	2,0	2,1	54,0
PB 235	8,2	2,0	2,6	58,1
RRIM 600	9,6	2,2	2,8	56,3
<u>R3. Mar-Abr</u>				
GT 1	9,4	1,9	1,8	56,8
PB 235	8,5	2,0	2,5	56,1
RRIM 600	9,2	2,3	3,0	54,8
<u>R4. Mai-Jun</u>				
GT 1	7,4	1,6	1,6	57,4
PB 235	7,2	2,1	3,0	55,3
RRIM 600	7,1	1,4	2,1	61,4

Legendas das figuras

Figura 1. Número médio de ovos postos diariamente e totais de ovos por fêmeas mantidas em folíolos dos três clones da seringueira, nas quatro repetições. Diferentes letras entre as barras significam diferenças estatísticas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. * Não analisado estatisticamente devido ao pequeno número de fêmeas que atingiram a adulta.

Figura 2. Curvas de sobrevivência estimadas pela função de proporção acumulativa de Kaplan-Meier para populações de *C. heveae*, mantidas nos folíolos dos três clones de seringueira nas quatro repetições. Legendas: (A) R1 – novembro a dezembro de 2005, (B) R2 – janeiro a fevereiro, (C) R3 – março a abril e (D) R4 – maio a junho de 2006.

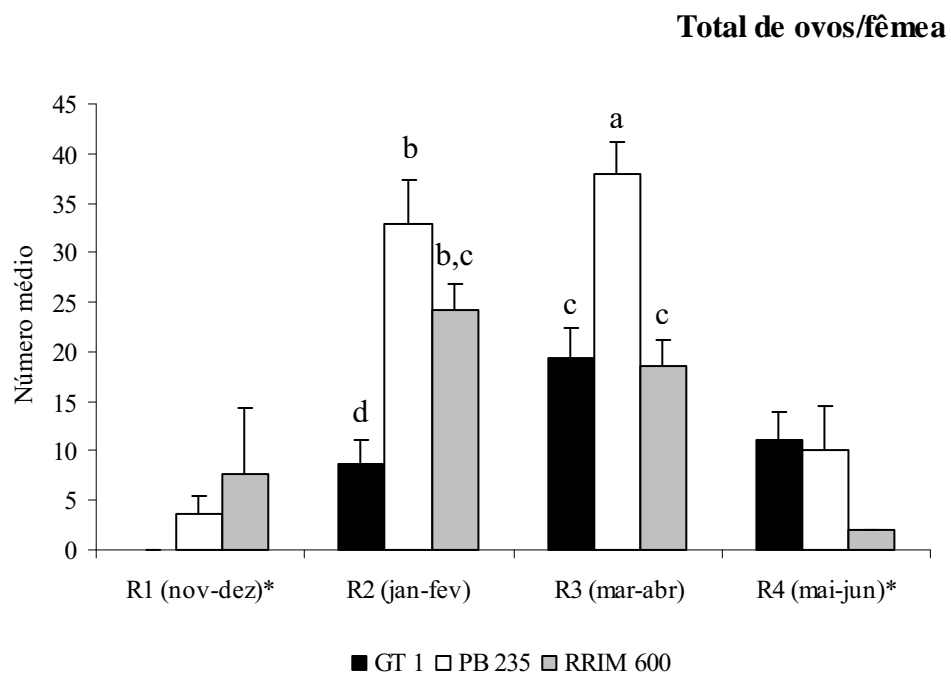
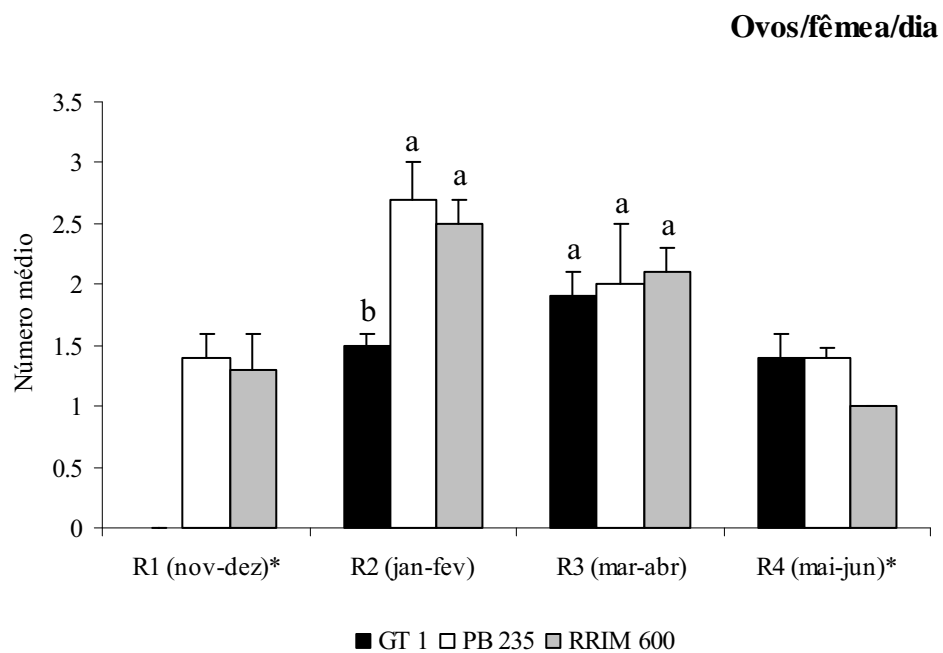


Figura 1.

A

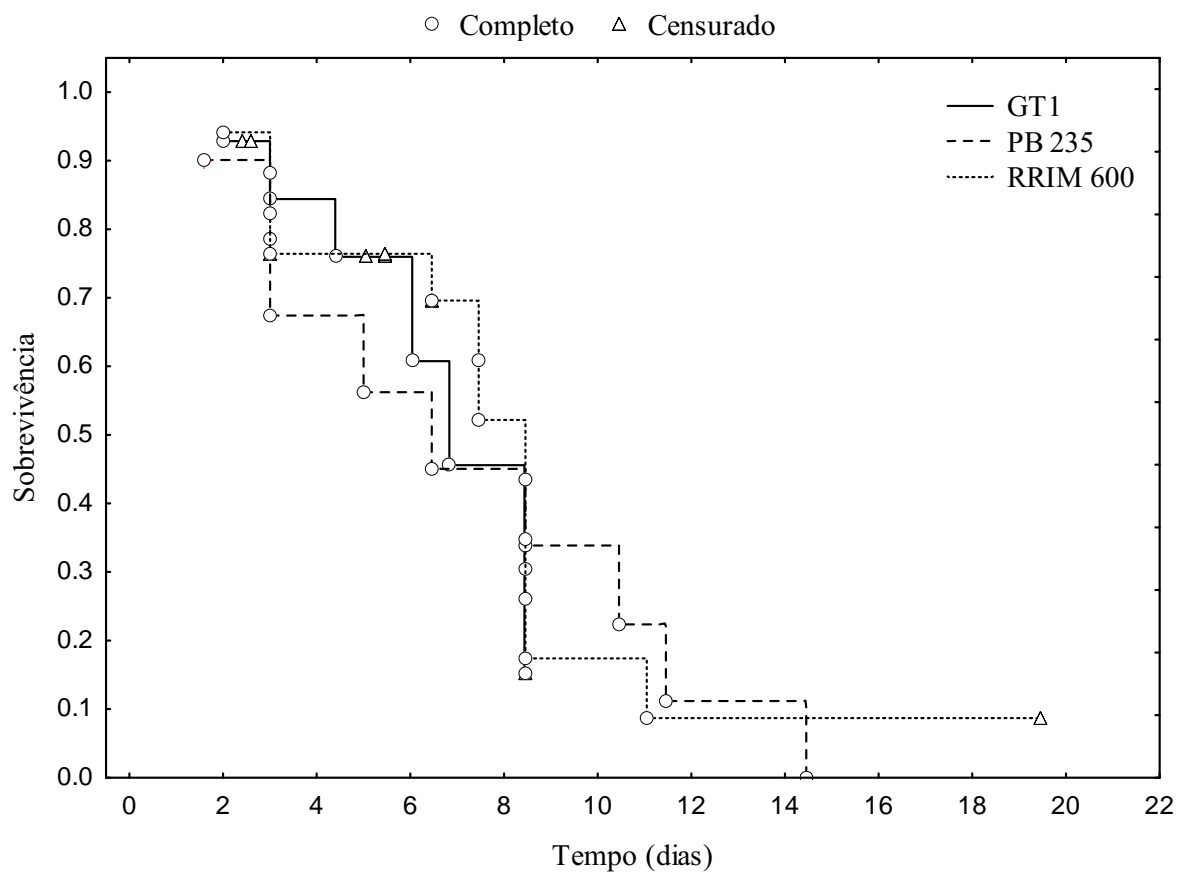


Figura 2.

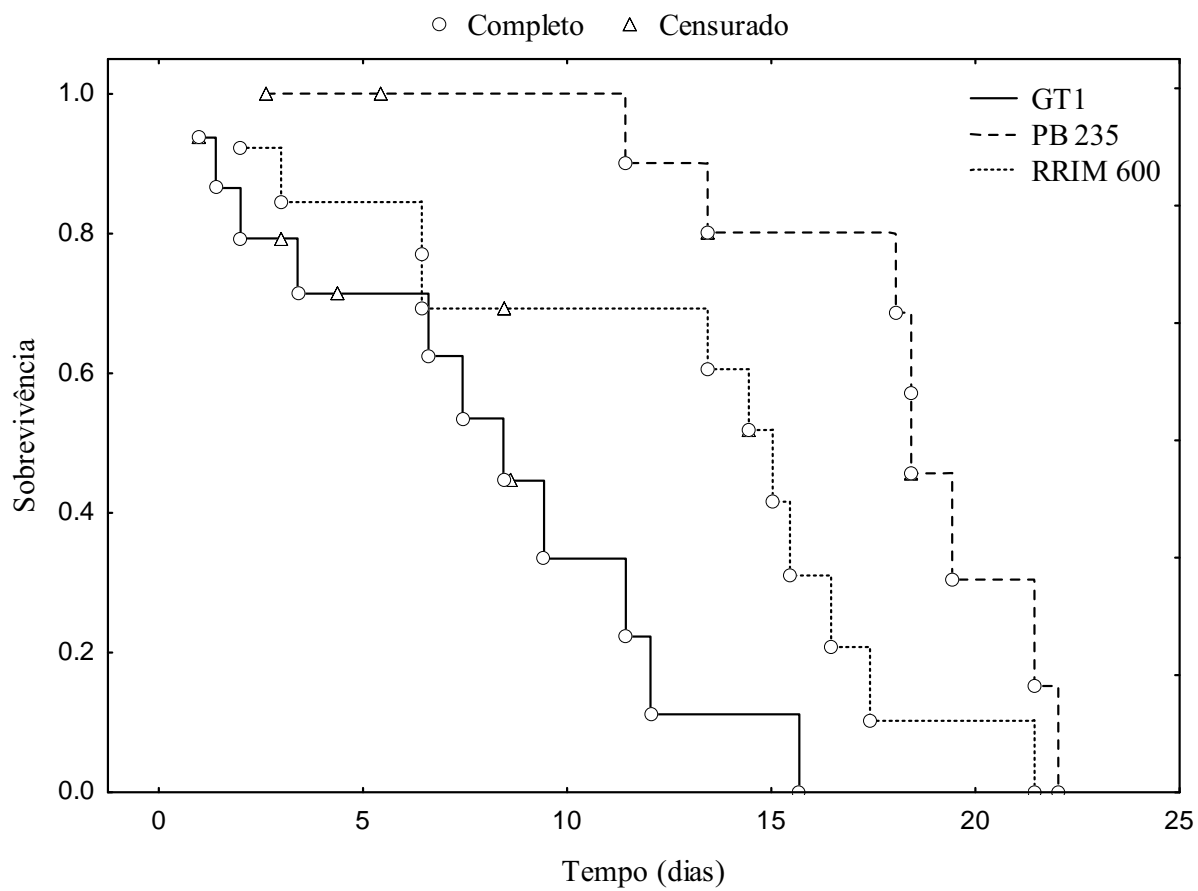
B

Figura 2. Continuação.

C

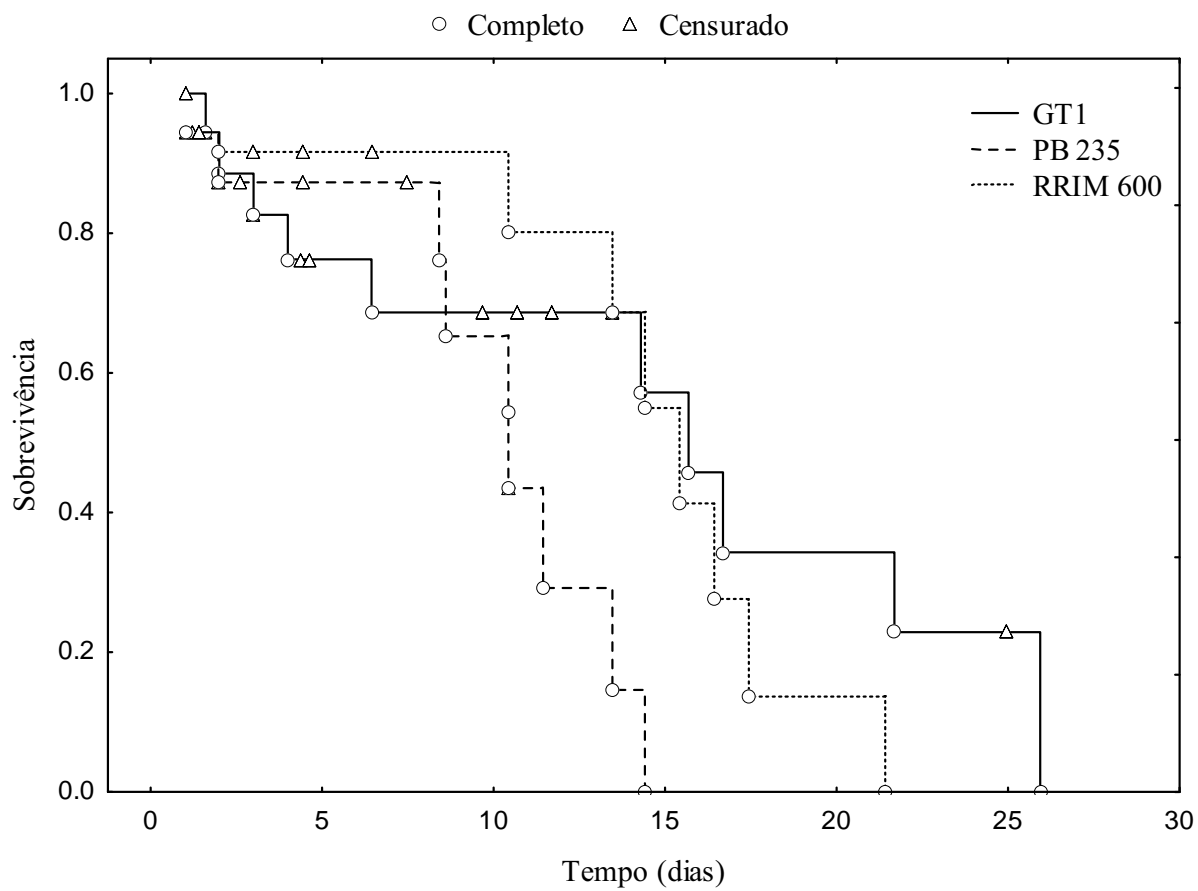


Figura 2. Continuação.

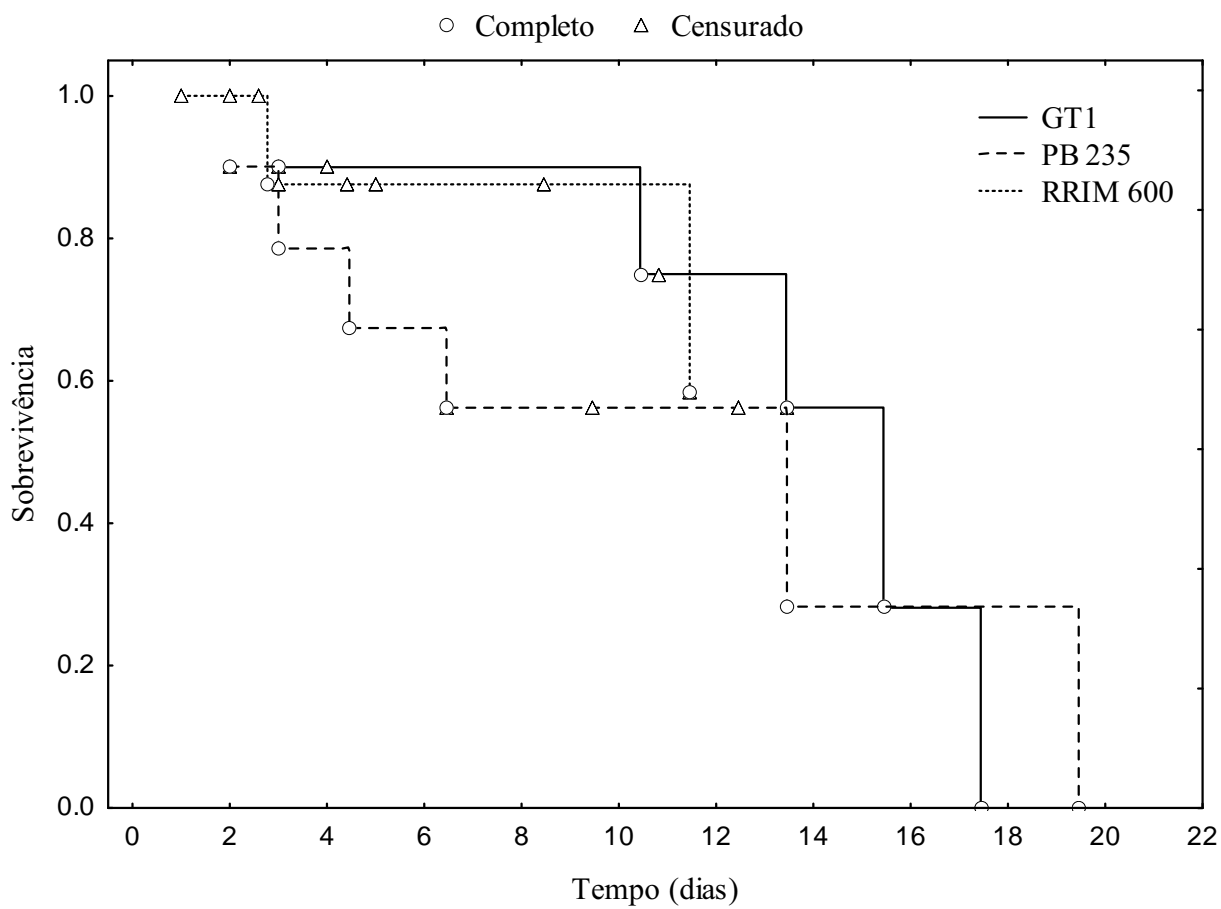
D

Figura 2. Continuação.

CAPÍTULO IV

Alterações fisiológicas e na produção de látex ocasionadas pela infestação de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) em mudas de dois clones de seringueira

Alterações fisiológicas e na produção de látex ocasionadas pela infestação de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) em mudas de dois clones de seringueira

ABSTRACT. Physiological and latex yield alterations caused by infestation of *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) on seedlings of two rubber tree clones. We evaluated the influence of *Calacarus heveae* Feres on the physiological processes and latex yield in two rubber trees clones. The essay was performed in greenhouse using five-month aged seedlings of clones GT 1 and RRIM 600. The photosynthetic pigments, net photosynthetic rate, stomatic conductance, transpiration rate, variation of humidity between leaf and environment (Δw) and the CO_2 concentration in the substomatic chamber (C_iCO_2) were measured. For each treatment, we used 9 and 11 seedlings of clones RRIM 600 and GT 1, respectively, infested with *C. heveae* and not infested as control group. The plants infested had significant reduction on the transpiration and photosynthetic rates, stomatic conductance and in the Δw . The seedlings of GT 1 exhibited higher physiological damage than those of RRIM 600, moreover, the carotenoid levels only reduced in the former clone, indicating the lower physiological tolerance of GT 1 to the mite attack. Probably, the photosynthesis disturb was consequence of stomats closing, evidenced by the reduction of transpiration rate and stomatic conductance, and by the absence of significant differences of chlorophyll content between the treatments. Although the plants infested by *C. heveae* had photosynthesis reduced and high defoliation, they did not differ in latex yield in relation to the control group. However, the plants studied were young and had no laticiferous vases fully developed yet, which could explain these findings.

KEYWORD. Arthropods and plants interactions, herbivory, *Hevea brasiliensis*, phytophagous mites, photosynthesis

RESUMO. Alterações fisiológicas e na produção de látex ocasionadas pela infestação de *Calacarus heveae* Feres (Acari, Eriophyidae) em mudas de dois clones de seringueira. Foi avaliada a influência de *Calacarus heveae* Feres nos processos fisiológicos e na produção de látex em dois clones de seringueira. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com mudas ensacadas dos clones GT 1 e RRIM 600, de cinco meses de idade. Foram avaliados o teor de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese líquida, condutância estomática, taxa de transpiração, variação da umidade relativa entre a folha e a atmosfera (Δw) e a concentração de CO_2 na câmara subestomática (C_iCO_2). Para cada tratamento foram utilizadas 9 e 11 mudas dos clones RRIM 600 e GT 1, respectivamente, infestadas com *C. heveae* e não infestadas, como controle. As plantas infestadas apresentaram reduções significativas nas taxas de transpiração e de fotossíntese, na condutância estomática e na Δw . As mudas de GT 1 apresentaram danos fisiológicos mais acentuados do que as de RRIM 600, além disso, os níveis de carotenóides foram reduzidos somente no primeiro clone, indicando a menor tolerância fisiológica de GT 1 ao ácaro. Provavelmente, o distúrbio na fotossíntese foi consequência da diminuição na abertura dos estômatos, evidenciada pelas reduções na taxa de transpiração e condutância estomática, e pela ausência de diferenças no teor de clorofila entre os tratamentos. Embora as plantas atacadas por *C. heveae* tenham sofrido reduções na fotossíntese e intensa desfolha, não apresentaram diferenças na produção de látex com relação àquelas do grupo controle. Entretanto, por serem jovens, as plantas estudadas não apresentavam vasos laticíferos completamente formados, o que pode ter interferido nesse resultado.

PALAVRAS-CHAVE. Ácaro fitófago, fotossíntese, herbivoria, *Hevea brasiliensis*, interações artrópodes e plantas

Vários artrópodes herbívoros podem ocasionar danos nos processos fisiológicos foliares de suas plantas hospedeiras, através de alterações na taxa fotossintética provocadas durante a alimentação desses organismos (Aldea *et al.* 2006). Dentre esses podem ser destacados os ácaros fitófagos que, devido a importância agrícola de algumas de suas espécies (Moraes & Flechtmann 2008, Jeppson *et al.* 1975), foram alvos de diversos estudos que verificaram a influência de sua infestação na fisiologia de seus hospedeiros (e.g. Sivritepe *et al.* 2009, Reddall *et al.* 2007, Bounfour *et al.* 2002, Candolfi *et al.* 1993, Nihoul *et al.* 1992).

Modificações nos processos fotossintéticos causadas pela ação de ácaros fitófagos, principalmente da família Tetranychidae, já foram observadas em morangueiro (Klamkowski *et al.* 2006, Sances *et al.* 1979, 1981 e 1982a), feijoeiro (Iatrou *et al.* 1995), algodoeiro (Reddall *et al.* 2004), abacateiro (Sances *et al.* 1982b), amendoeiro (Andrews & La Pré 1979), videira (Sivritepe *et al.* 2009, Candolfi *et al.* 1993), cultivos de soja (Haile & Higley 2003) e em outras espécies vegetais cultivadas (Puchalska 2006, Bounfour *et al.* 2002, Nihoul *et al.* 1992). Dentre as espécies de tetraniquídeos estudadas, Youngman *et al.* (1986) verificaram que as pertencentes ao gênero *Tetranychus* Dufour foram as que proporcionaram os danos mais severos nos processos de trocas gasosas em folhas de amendoeiro.

A influência de ácaros da família Eriophyidae nos processos fisiológicos de seus hospedeiros é pouco conhecida, embora algumas espécies sejam consideradas sérias pragas de plantas cultivadas (Lindquist *et al.* 1996). Royalty & Perring (1989) verificaram decréscimo de 50% na taxa fotossintética de folhas de tomateiro que foram infestadas com *Aculops lycopersici* (Masse). Andersen & Mizell (1987) observaram que a taxa de assimilação de CO₂, condutância foliar e a transpiração do pessegueiro, *Prunus persica* (L.) Batsch (Rosaceae), foram inversamente correlacionadas com a densidade populacional de *Aculus cornutus* (Banks). Segundo Kondo & Hiramatsu (1999), nessa mesma espécie vegetal, a infestação de *Aculus fockeui* (Nalepa & Trouessart) ocasionou injúrias nos processos

foto-sintéticos e, como resultado, as plantas atacadas produziram frutos com menor teor de açúcar e sofreram intensa desfolha pós-colheita, o que reduziu o vigor desses indivíduos. Danos nos processos foto-sintéticos de *Ulmus alata* Michx. (Ulmaceae) ocasionados por eriofiídeos formadores de gáleas foram observados por Aldea *et al.* (2006) em ambientes naturais.

A seringueira, *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae), é uma planta amplamente cultivada em diversos estados brasileiros por apresentar látex de melhor qualidade para a fabricação de borracha natural (Gonçalves *et al.* 2001). Várias espécies de ácaros foram encontradas associadas a cultivos de seringueira (Capítulo II, Feres 2000, Feres *et al.* 2002, Ferla & Moraes 2002, Demite & Feres 2008, Hernandez & Feres 2006a, Vis *et al.* 2006), porém nada se conhece sobre a possível influência das espécies fitófagas nos processos fisiológicos dessa planta.

Calacarus heveae Feres (Acari, Eriophyidae) tem sido considerado o principal ácaro-praga em cultivos de seringueira nos estados de São Paulo e Mato Grosso (Feres 2000, Ferla & Moraes 2002, Hernandez & Feres 2006a). Severas infestações de *C. heveae* em alguns cultivos ocasionaram intensa desfolha nas plantas (Feres 1992, Vieira & Gomes 1999) e, segundo a informação de alguns produtores de borracha, perdas de até 30% na produção de látex (Feres 2000). Entretanto, a influência de *C. heveae* nos processos fisiológicos foliares e na produção de látex não foi estudada através de métodos que apresentam maior precisão analítica. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito do ataque de *C. heveae* na fisiologia foliar e na produção de látex em mudas de dois clones de seringueira. Esses clones foram selecionados por apresentarem distintos níveis populacionais dessa espécie de ácaro (Daud & Feres 2007, capítulo I), como provável consequência das diferenças nos seus mecanismos de resistência. Assim, será possível inferir a existência de distintas

respostas fisiológicas e de produção entre os cultivares ao ataque do ácaro, o que poderá facilitar futuros planos de manejo dessa espécie praga no campo.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação localizada na área experimental do Depto. de Zoologia e Botânica da UNESP, São José do Rio Preto, SP, no período de 02 de abril a 31 de agosto de 2009. Durante o experimento, a temperatura média do ambiente variou de $16,6 \pm 3,5$ °C à $32,4 \pm 4,1$ °C e a umidade relativa média do ar registrada foi de $60,6 \pm 15,5$ %. O experimento foi inteiramente casualizado.

Preparação das mudas. Foram utilizadas mudas ensacadas de seringueira dos clones GT 1 e RRIM 600, com até o segundo lançamento foliar expandido (cinco meses de idade). A enxertia dessas mudas foi realizada no início de novembro de 2008 em portas-enxertos pertencentes ao clone PB 235, plantados em recipientes com 2 L de volume de terra nas mesmas condições de adubação.

Para o experimento, as mudas foram dispostas em fileiras com espaçamento de 55 cm entre as fileiras e com distanciamento de 60 cm entre as plantas, sobre duas bancadas de madeira com aproximadamente 1,20 m de altura e distanciadas 1,1 m entre si. A posição de todas as mudas nas bancadas permitiu recebimento de níveis similares de incidência solar. As plantas foram irrigadas diariamente às 16:30h, durante 15 minutos, através de um sistema de irrigação por gotejamento, o que equivaleu a 170 mL de volume de água/planta/dia.

Antes da infestação com o ácaro, as plantas foram pulverizadas com enxofre (*Sulfore* 750g/L, MAPA n° 01793), na concentração de 13 mL para 5 L de água, com o uso de bomba costal, a fim de eliminar possíveis artrópodes procedentes do viveiro de mudas, local em que foi realizada a enxertia. Após três dias, o resíduo de enxofre foi removido através da lavagem

das folhas com água e cada planta recebeu 200 mL da solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950).

Infestação das mudas. As plantas foram divididas em dois grupos experimentais, sendo cada um disposto separadamente sobre uma das bancadas, no interior da casa de vegetação: (1) Mudas infestadas com *C. heveae*; e (2) mudas isentas de ácaros, como grupo controle. Para cada grupo, foram utilizadas 9 e 11 mudas (réplicas) dos clones RRIM 600 e GT 1, respectivamente. Os ácaros utilizados para a infestação das mudas foram coletados em seringueiras com oito anos de idade, pertencentes ao clone RRIM 600, da área experimental do Depto. de Zoologia e Botânica, da UNESP, Campus de São José do Rio Preto, SP. Folíolos com grande infestação do ácaro foram amostrados, acondicionados em sacos de papel e transportados imediatamente para o laboratório. Os folíolos foram inspecionados sob microscópio estereoscópico e áreas de aproximadamente 9 cm² do tecido foliar, e com pelo menos 50 fêmeas de *C. heveae* presentes, foram cortadas e separadas. Quando a presença de indivíduos e ovos de outras espécies de artrópodes nessas áreas foi observada, foram retirados com auxílio de um pincel.

Um desses fragmentos infestado com *C. heveae* foi fixado na face adaxial de cada folíolo com o uso de fita adesiva, sendo retirado após dois dias de permanência. Os folíolos do grupo controle receberam somente o pedaço de fita adesiva. Pelo menos 15 folíolos de cada muda foram infestados com o ácaro. Duas tentativas de infestação foram realizadas, sendo uma no dia 13 e outra em 20 de abril.

Diariamente, foram realizadas observações *in situ* da evolução dos sintomas. A cada dez dias foram avaliados três folíolos de cada planta na face adaxial, com o uso de lupa de bolso com ampliação de 40x, registrando-se o número de ácaros presentes em quatro áreas de 0,8 cm² do limbo foliar. Alguns folíolos foram examinados em ambas as faces, a fim de verificar possível contaminação por outras espécies, que eram retiradas com o uso de um fino

pincel caso fossem detectadas. As plantas do grupo controle também foram inspecionadas durante cada avaliação e caso fosse detectada infestação de *C. heveae* ou de outros artrópodes, eram removidos manualmente após a contagem e, dependendo do nível de infestação, novas pulverizações com enxofre foram aplicadas nessas plantas.

As avaliações foram realizadas até o surgimento do sintoma de nível 1 (0 – 25% de amarelecimento do limbo foliar, segundo Vieira & Gomes 1999) na maioria dos folíolos das plantas infestadas. A densidade média de *C. heveae* em todas as amostragens, nas plantas infestadas dos dois clones, foi comparada através da ANOVA em medidas repetidas, complementada pelo teste de Tukey para diferenciação das médias (Zar 1999).

Alterações fisiológicas. Os parâmetros utilizados para medir as alterações fisiológicas das mudas foram: Determinação do teor de pigmentos fotossintéticos (clorofilas a + b e carotenóides totais), taxa de fotossíntese líquida (**A**, medida em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**, medida em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (**E**, medida em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), variação da umidade relativa entre a folha e a atmosfera (Δw) e concentração de gás carbônico na câmara subestomática (**CiCO₂**, medido em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

O extrato para análise dos pigmentos fotossintéticos foi obtido com uso da metodologia proposta por Hiscox & Israelstam (1979), que consiste na incubação de tecido foliar fresco (1 mg) com 7 mL de dimetilsulfóxido (DMSO), a 65°C durante 10 horas (determinado experimentalmente), sendo o volume do extrato corrigido ao final para 10 mL. Em seguida, o material foi analisado em espectrofotômetro de absorção na região da luz visível nos comprimentos de onda de 480, 645 e 663 nm para determinação dos teores de carotenóides totais e clorofilas *a* e *b*, com uso das fórmulas clássicas de Arnon (1949) e Hendry & Price (1993). Para essa análise, foram coletados dois folíolos de cada planta, totalizando 18 e 22 folíolos analisados dos clones RRIM 600 e GT 1, respectivamente, de cada grupo experimental.

Os demais parâmetros foram medidos através do equipamento da ADC (Analytical Development Company Ltd., Hoddesdon, UK, modelo LCA-4). Durante as medidas, a câmara foliar do equipamento foi limpa com água destilada, toda vez que uma nova planta era analisada. Foram avaliados três folíolos medianos de cada muda, expostos ao sol, e localizados na mesma altura em todas as plantas. O equipamento foi posicionado na região central de cada folíolo, pois esse é o local em que há maior concentração de estômatos (Conforto 1995).

Todas as medidas fisiológicas foram obtidas no dia seguinte da última avaliação dos ácaros, realizada em 04 de junho. A amostragem foi realizada entre 8:00 e 10:30 h, pois este é considerado o horário mais favorável para as trocas gasosas, por estar próximo da recuperação noturna do estado hídrico foliar, com radiação fotossinteticamente ativa suficiente (Eamus *et al.* 1999). Todos os folíolos utilizados para as medidas fisiológicas foram os mesmos que receberam a infestação de *C. heveae*.

Os valores médios dos parâmetros fisiológicos foram comparados através da ANOVA fatorial 2 x 2 (clones x tratamentos), complementada pelo teste de Tukey para diferenciação das médias (Zar 1999). Devido a sua distribuição não-paramétrica, os valores de condutância estomática foram primeiramente transformados pela equação " \sqrt{y} ", antes da aplicação do teste estatístico. Para os demais parâmetros não foi necessária a transformação dos dados. As análises foram realizadas independentemente para cada parâmetro fisiológico.

Estimativa de produção de látex. Para estimativa de produção foi realizada uma secção transversal no tronco de aproximadamente 0,5 cm, com auxílio de um estilete cortante, a 5 cm acima do ponto de enxertia de cada planta, em torno das 8:00h. O látex foi recolhido no mesmo dia, já em estado seco, em torno das 17:00h, e mantido em estufa de secagem por 15 minutos à 60 °C. Após esse procedimento, o peso seco do látex foi medido através de uma balança de precisão e os valores médios comparados pela análise de co-variância (ANCOVA,

Underwood 1997). Para essa análise foram utilizados alguns parâmetros morfológicos das plantas como co-variáveis, sendo eles: a espessura do tronco, o número de folíolos e a área foliolar (Tabela I). A espessura do tronco foi medida com um paquímetro a 5 cm acima do ponto de enxertia. A área foliolar foi determinada pela fórmula proposta por Lim & Narayanan (1972), com base nas medidas do comprimento e da maior largura de três folíolos amostrados ao acaso de cada planta. Foram realizadas duas medidas de estimativas de produção de látex, sendo uma em 26 de junho e outra em 31 de agosto.

Resultados

Foram realizadas quatro avaliações até o surgimento do sintoma de nível 1, segundo a classificação de Vieira & Gomes (1999), nas mudas de seringueira infestadas com *C. heveae*. Houve um aumento populacional significativo de *C. heveae* da primeira para as duas últimas amostragens ($F = 6,9$, $gl = 3$, $p = 0,0005$), nas plantas infestadas de ambos os clones. Na primeira avaliação foram registrados 1,22 e 2,01 ácaros/cm², enquanto que na última, 4,3 e 3,4 ácaros/cm² nos clones GT 1 e RRIM 600, respectivamente (Fig. 1A). Não foram observadas diferenças significativas na densidade populacional média de ácaros entre os clones GT 1 e RRIM 600, nas quatro avaliações realizadas ($F = 0,03$, $gl = 1$, $p = 0,86$). Nas mudas do grupo controle, a densidade máxima observada foi de 0,13 e 0,11 ácaros/cm² nos clones GT 1 e RRIM 600, respectivamente, na amostragem realizada em 25 de maio. Nas demais contagens, a população de *C. heveae* permaneceu em densidade média inferior a 0,06 ácaros/cm², nas plantas desse último grupo (Fig. 1B). Não foram necessárias novas aplicações de enxofre para reduzir as populações do ácaro nas plantas do grupo controle.

As plantas que foram infestadas com *C. heveae*, de ambos os clones, apresentaram reduções significativas em quatro parâmetros fisiológicos analisados, sendo eles a condutância estomática, Δw (diferença de umidade relativa entre o ar e a folha), taxa de

transpiração e a taxa fotossintética (Tabelas II e III). Por outro lado, o nível de carotenóides totais foi reduzido somente em mudas infestadas do clone GT 1, que apresentaram perdas de 66,1% desse pigmento nos folíolos. Não foram observadas diferenças nos níveis de clorofila a e b, e na concentração de CO₂ na câmara subestomática (CiCO₂) nas mudas infestadas com essa espécie em relação às do grupo controle (Tabelas II e III).

De um modo geral, as mudas infestadas do clone GT 1 sofreram reduções fisiológicas mais acentuadas do que as de RRIM 600, principalmente na sua taxa fotossintética. As plantas infestadas de GT 1 apresentaram diminuição de 44,3% nessa taxa, enquanto as de RRIM 600 apenas 27%, em relação às mudas dos respectivos grupos controle (Fig. 2).

O peso seco do látex extraído das plantas infestadas, de ambos os clones, não diferiu com o do grupo controle, em ambas as medidas (Tabela IV, fig. 3). Esse parâmetro variou de 0,004 g em mudas de RRIM 600 a 0,01 g em GT 1, sendo ambas pertencentes ao grupo que recebeu infestação do ácaro (Fig. 3). Por outro lado, o peso seco do látex apresentou correlação positiva com a espessura do tronco das plantas avaliadas (Tabela IV).

Os folíolos das mudas infestadas com *C. heveae* apresentaram a formação gradual de manchas amareladas, intercaladas por áreas verdes saudáveis, no limbo foliar, que ao longo do tempo tornou-se inteiramente amarelado e depois avermelhado. Em torno de 10 dias após a última avaliação da produção de látex (31 de agosto), as plantas infestadas perderam a maioria das folhas, ao contrário daquelas do grupo controle, que mantiveram todas as suas folhas intactas e não apresentaram sintomas de danos.

Discussão

As mudas de seringueira infestadas com *C. heveae* apresentaram modificações fisiológicas foliares com relação às taxas fotossintética e de transpiração, a condutância estomática e Δw . Os valores desses parâmetros foram significativamente inferiores nas

plantas infestadas, de ambos os clones, com relação às do grupo controle. Alterações nos processos fotossintéticos foliares ocasionadas pelo ataque de ácaros fitófagos, principalmente daqueles pertencentes a família Tetranychidae, já foram relatadas por outros autores (e.g. Sivritepe *et al.* 2009, Klamkowski *et al.* 2006, Reddall *et al.* 2004, Sances *et al.* 1981, 1979 e 1982a, Hall & Ferree 1975). Andrews & La Pré (1979) e Sances *et al.* (1982b) observaram correlações negativas entre as infestações de *Tetranychus pacificus* McGregor e *Oligonychus punicae* (Hirst) com a taxa fotossintética de folhas de plantas de amêndoas e abacate, respectivamente. Sances *et al.* (1981) verificaram severo decréscimo da capacidade fotossintética e, conseqüentemente, reduções na produção e peso dos frutos de morangueiros atacados por *Tetranychus urticae* Koch. Recentemente, Puchalska (2006) verificou que a redução na fotossíntese da planta ornamental *Picea glauca* (Moench) (Pinaceae) está diretamente relacionada com os níveis de infestação de *Oligonychus ununguis* Jacobi. Reduções na capacidade fotossintética ocasionadas pelo ataque de ácaros da família Eriophyidae já foram previamente observadas por Royalty & Perring (1989) em folhas de tomateiro, *Lycopersicon lycopersicum* (L.) (Solanaceae) e por Andersen & Mizell (1987) e Kondo & Hiramatsu (1999) em cultivos de pêsego, *P. persica*.

Reduções nos processos fotossintéticos podem estar relacionadas com as perdas de cloroplastos durante a alimentação de ácaros fitófagos (Landeros *et al.* 2004). Entretanto, não foram observadas diferenças nos níveis de clorofila a e b entre os folíolos das mudas de seringueira infestadas com aqueles do grupo controle, evidenciando ausência de alterações na quantidade de cloroplastos durante a alimentação de *C. heveae*. Os ácaros da família Eriophyidae utilizam o conteúdo citoplasmático das células das epidermes adaxial ou abaxial como alimento (Lindquist *et al.* 1996), em razão do pequeno comprimento dos estiletos de suas quelíceras que não atingem as células do mesófilo (Carmona & Dias 1996), tecido foliar em que há a maior concentração de clorofila. A ausência de diferenças na concentração

intercelular de CO₂ na câmara subestomática entre os tratamentos também evidência que o mesófilo dos folíolos não foi danificado pela alimentação de *C. heveae*. Por outro lado, os tetraniquídeos alimentam-se do citoplasma das células do parênquima por apresentarem estiletos de maior tamanho (Carmona & Dias 1996), sendo que durante a sua alimentação podem ocasionar danos nesse tecido, perdas de cloroplastos e, conseqüentemente, reduzir o conteúdo de clorofila, o que diminui a capacidade fotossintética das folhas de suas plantas hospedeiras (Sivritepe *et al.* 2009, Reddall *et al.* 2007, Landeros *et al.* 2004, Bounfour *et al.* 2002 e Iatrou *et al.* 1995).

A transpiração e as trocas gasosas foliares também são importantes fatores para a realização dos processos fotossintéticos, que podem ser comprometidos por distúrbios no comportamento dos estômatos (Larcher 2000). Iatrou *et al.* (1995) verificou que os danos ocasionados na epiderme pelas quelíceras estiletiformes do ácaro fitófago *T. urticae* podem provocar estresse hídrico foliar e induzir uma diminuição nas aberturas estomatais, como resposta da planta contra a dessecação. Por outro lado, a destruição das células guardas dos estômatos, devido a alimentação dessa mesma espécie, pode também resultar na perda da turgescência celular, diminuição da abertura dos estômatos e, conseqüentemente, redução das trocas gasosas, transpiração e da fotossíntese (Reddall *et al.* 2004). Foi observado que as plantas infestadas com *C. heveae* apresentaram diminuição na taxa de transpiração e na condutância estomática, o que é indicativo de redução na abertura dos estômatos. Além disso, a diminuição no valor da Δw indicou que a umidade interna do folíolos ficou próxima a do ambiente, ou seja, os folíolos atacados pelo ácaro apresentaram dessecação. Provavelmente, o distúrbio provocado pela alimentação de *C. heveae* no comportamento dos estômatos, atuando preventivamente contra maior dessecação (já demonstrada pela variação de Δw), ocasionou a redução das trocas gasosas e da transpiração foliar, e como resultado, diminuiu a taxa fotossintética líquida das mudas de seringueira. Sances *et al.* (1979) observaram que o ataque

de *T. urticae* sobre folhas de morangueiro não reduziu o conteúdo de clorofila, mesmo em grandes densidades populacionais, embora tenham provocado reduções significativas na taxa de fotossíntese. Esses autores também verificaram que pequenos níveis populacionais do ácaro ocasionaram o fechamento dos estômatos, o que comprometeu as trocas gasosas e a transpiração foliar. De acordo com Klamkoski *et al.* (2006), distúrbios na ação estomatal é uma resposta primária ao ataque de ácaros, pois verificaram que a redução da fotossíntese, provocada pela infestação de *T. urticae* em folhas de morangueiro, foi consequência do decréscimo da abertura dos estômatos e aumento da resistência do mesófilo à assimilação e transporte de CO₂. Reduções nos processos fotossintéticos devido a diminuição das trocas gasosas e transpiração foliar, ocasionadas por ácaros fitófagos, foram também observadas por Youngman *et al.* (1986) em plantas de amêndoa, Nihoul *et al.* (1992) e Royalty & Perring (1989) sobre folhas de tomateiro, Sances *et al.* (1981) em morangueiro e por Haile & Higley (2003) em folhas de soja, *Glycine max* (L.) (Fabaceae).

Outros fatores também podem reduzir a fotossíntese das plantas, tais como o acúmulo de compostos fenólicos nos tecidos foliares, que em grande concentração pode provocar a supressão dos processos fotossintéticos (Kolodziej 1976 *apud* Puchalska 2006). Kielkiewicz *et al.* (2005) verificaram que o ataque de *O. ununguis* induziu um aumento na concentração de compostos fenólicos nas folhas de *P. glauca*. Puchalska (2006) utilizou esse resultado como uma possível explicação da redução da taxa fotossintética desse hospedeiro, ocasionada por *O. ununguis*. Por outro lado, Royalty & Perring (1988) observaram o desenvolvimento de uma espessa camada de tecido caloso adjacente ao parênquima, nas regiões onde a epiderme foi destruída pela ação do ácaro *A. lycopersici*, em folhas de tomateiro. Segundo os autores, essa camada é provavelmente constituída por lignina e, por ser de coloração escura, pode refletir luz solar e reduzir a taxa fotossintética da planta. A fim de verificar a validade desta hipótese para as seringueiras, durante a realização de experimentos piloto, alguns folíolos

infestados por *C. heveae* foram embebidos com historesina, seccionados em micrótomo rotatório e analisados sob microscópio óptico. Entretanto, não foram observadas formações dessa camada calosa adjacente ao parênquima, nos folíolos de seringueira avaliados.

Em estudo da dinâmica populacional de ácaros fitófagos em seis clones de seringueira cultivados no sul do estado de Mato Grosso, Daud & Feres (2007, capítulo I) observaram as maiores incidências de *C. heveae* sobre os clones PB 260 e RRIM 600, e as menores em PB 235, 217 e GT 1. Em condições de laboratório, *C. heveae* apresentou rápido ciclo biológico e maior capacidade reprodutiva quando criado sobre folíolos destacados do clone RRIM 600 em relação à GT 1 (Capítulo III). Esses resultados levam a crer que o clone RRIM 600 é mais susceptível que GT 1 ao ataque de *C. heveae*. Embora a densidade populacional média de *C. heveae* não tenha diferido entre esses clones, foi observado que as mudas infestadas do clone GT 1 apresentaram reduções mais severas nos parâmetros fisiológicos em relação as de RRIM 600, principalmente na taxa fotossintética. Além disso, o nível de carotenóides somente foi reduzido em GT 1. Com isso, pode-se supor que RRIM 600 apresenta maior tolerância fisiológica ao ataque do ácaro. Provavelmente, essa característica é uma das razões que permite o clone RRIM 600 suportar maior densidade populacional de *C. heveae*. Sivritepe *et al.* (2009) também verificaram diferenças na tolerância de dois cultivares de *Vitis vinifera* L. (Vitaceae) ao ataque de *T. urticae* e classificaram a variedade “Muskule” como a mais susceptível, por ter apresentado redução mais acentuada no conteúdo de clorofila e, conseqüentemente, nos processos fotossintéticos. Hall & Ferree (1975) observaram distintas respostas fisiológicas de dois cultivares de macieira para essa mesma espécie de ácaro, porém, realizaram experimentos em períodos distintos com cada genótipo vegetal, o que pode ter interferido nos resultados.

Antes da queda das folhas, o limbo dos folíolos tornou-se gradualmente amarelado e depois avermelhado. Esse sintoma confere com aquele descrito por Vieira *et al.* (2000) como

o do tipo mosaico, sendo comumente encontrado em diversos cultivos de seringueira no estado de São Paulo.

Embora tenha reduzido a capacidade fotossintética e provocado desfolha nas plantas, o ataque de *C. heveae* não ocasionou perdas na produção de látex das mudas, como verificado pela ausência de diferença significativa no peso seco do látex entre as mudas infestadas em relação as do grupo controle. Embora esse resultado contradiga a informação de alguns produtores de látex, que afirmaram que o intenso ataque daquele fitófago pode ocasionar perdas de até 30% na produção de látex (Feres 2000), deve-se considerar que plantas utilizadas nos experimentos possuíam somente cinco meses de idade e, provavelmente, não estavam com os vasos laticíferos totalmente desenvolvidos, o que deve ter influenciado os resultados do presente estudo. As plantas com caule mais espesso tenderam apresentara maior quantidade de látex, como evidenciado pela correlação positiva entre o peso seco e espessura do caule.

Por outro lado, o ataque de *C. heveae* pode ter alterado a qualidade do látex das plantas infestadas. Segundo Moreno *et al.* (2005), os meses de abril a junho foram críticos em relação ao teor de nitrogênio em amostras de látex de seringueiras cultivadas no interior do estado de São Paulo (município de Votuporanga, 20°20'S; 49°58'W). Durante esse período, os autores verificaram que os valores dessa substância oscilaram acima de 0,6%, considerado fora dos padrões estabelecidos pela norma técnica brasileira ABNT/NBR para fabricação de borracha (Associação Brasileira de Normas Técnicas 1996). Como Moreno *et al.* (2005) realizaram experimento sob condições naturais e não aplicaram defensivos agrícolas durante o estudo, provavelmente, as seringueiras estudadas estavam infestadas com *C. heveae* durante os meses de abril a junho, pois esse é o período de maior abundância dessa espécie de ácaro em cultivos do estado de São Paulo (Feres *et al.* 2002, Hernandez & Feres 2006b, Vis *et al.* 2006).

Além disso, Moreno *et al.* (2005) afirmaram que os processos que antecedem a senescência da folhas podem também ter influenciado o aumento no teor de nitrogênio no látex da seringueira. Antes da abscisão das folhas, alguns nutrientes, dentre eles o nitrogênio, são translocados das folhas para os tecidos de reserva (Larcher 2000), o que pode elevar o seu teor no látex. As plantas que foram infestadas com *C. heveae* perderam suas folhas, o que é concordante com as observações realizadas por outros autores e heveicultores (Feres 1992, Vieira & Gomes 1999, Feres 2000, Vieira *et al.* 2006). Com isso, a perda das folhas pode ter interferido na concentração de nitrogênio do látex nas mudas de seringueira. O teor dessa substância não foi verificado, devido a quantidade de látex produzido pelas mudas ser insuficiente para análise química qualitativa. Futuros estudos visando avaliar a influência de vários níveis populacionais de *C. heveae* sobre a qualidade e produção do látex em seringueiras adultas deverão ser conduzidos, a fim de melhor esclarecer detalhes dessa interação.

Agradecimentos

À profa. Dra. Elenice de C. Conforto (UNESP, São José do Rio Preto) pela realização das análises fisiológicas. Às instituições “Fundação de Apoio a Pesquisa e Extensão de São José do Rio Preto (FAPERP)” e a “Associação Paulista dos Produtores e Beneficiadores de Borracha (APABOR)” pelo auxílio financeiro concedido. Ao produtor Vander B. Ruy (Viveiro Seringueira.com, Monte Aprazível, SP) pela realização da enxertia e doação das mudas de seringueira utilizadas no presente estudo. Ao Dr. Erivaldo J. Scaloppi Jr. (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Votuporanga, SP) pela doação das borbulhas dos clones GT 1 e RRIM 600 utilizadas na enxertia. Aos alunos Adriano Mendonça, Felipe Nuvoloni e Eliseu Castro (UNESP, São José do Rio Preto) pelo auxílio na realização do experimento.

Referências

- Aldea, M., J.G. Hamilton, J.P. Resti, A.R. Zangeri, M.R. Berenbaum, T.D. Frank & E.H. DeLucia. 2006. Comparison of photosynthetic damage from arthropod herbivory and pathogen infection in understory hardwood saplings. *Oecologia* 149: 221-232.
- Andersen, P.C. & R.F. Mizell. 1987. Impact of the peach silver mite, *Aculus cornutus* (Acari: Eriophyidae), on leaf gas exchange of 'Floridaking' and 'June Gold' peach trees. *Environ. Entomol.* 16 (3): 660-663.
- Andrews, K.L. & L. La Pré. 1979. Effects of pacific spider mite on physiological process of almond foliage. *J. Econ. Entomol.* 72 (5): 651-654.
- Arnon, D.I. 1949. Cooper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1996. Borracha natural: NBR 11597. Rio de Janeiro, 22p.
- Bounfour, M., L.K. Tanigoshi, C. Chen, S.J. Cameron & S. Klauer. 2002. Chlorophyll content and chlorophyll fluorescence in red raspberry leaves infested with *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). *Environ. Entomol.* 31 (2): 215-220.
- Candolfi, M.P., B. Wermelinger & E.F. Boller. 1993. Photosynthesis and transpiration of "Riesling x Sylvaner" grapevine leaves as affected by European red mite (*Panonychus ulmi* Koch) (Acari, Tetranychidae) feeding. *J. Appl. Entomol.* 115: 233-239.
- Carmona, M.M. & J.C. Silva Dias. 1996. Fundamentos de Acarologia Agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 423 p.
- Conforto E.C. 1995. Estado hídrico e alguns parâmetros fenológicos, anatômicos, biométricos e produtivos de três cultivares de seringueira (*Hevea* spp.) em Piracicaba, SP. Tese

- (Doutorado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 115 f.
- Daud, R.D. & R.J.F. Feres. 2007. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso. *Rev. Bras. Entomol.* 51 (3): 377-381.
- Demite, P.R. & R.J.F. Feres. 2008. Influência de fragmentos de Cerrado na distribuição de ácaros em seringal. *Neotrop. Entomol.* 37 (2): 196-204.
- Eamus, D., B. Myers, G. Duff, D. Williams. 1999. Ecophysiological traits of deciduous and evergreen woody species in the seasonally dry tropics. *Tree Physiol.* 14: 11-16.
- Feres, R.J.F. 1992. A new species of *Calacarus* Keifer (Acari, Eriophyidae, Phyllocoptinae) from *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae) from Brazil. *Internat. J. Acarol.* 18 (1): 61-65.
- Feres, R.J.F. 2000. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 17 (1): 157-173.
- Feres, R.J.F., D. de C. Rossa-Feres, R.D. Daud & R.S. Santos. 2002. Diversidade de ácaros em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19 (1): 137-144.
- Ferla, N.J. & G.J. de Moraes. 2002. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no estado do Mato Grosso, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 19 (3): 867-888.
- Gonçalves, P.S., O.C. Bataglia, A.A. Ortolani & F.S. Fonseca. 2001. Manual de heveicultura para o estado de São Paulo. Boletim Técnico IAC 189, 77p.
- Hall, F.R. & D.C. Ferree. 1975. Influence of twospotted spider mite populations on photosynthesis of apple leaves. *J. Econ. Entomol.* 68 (4):517-520.

- Haile, F.J. & L.G. Higley. 2003. Changes in soybean gas-exchange after moisture stress and spider mite injury. *Environ. Entomol.* 32 (3): 433-440.
- Hendry, G.A.F. & A.H. Price. 1993. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. p. 148-152. In: Hendry, G.A.F. & J.P. Grime (Eds). *Methods in comparative plant ecology*. London, Chapman Hall, 272p.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006a. Review about mites (Acari) of rubber trees (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) in Brazil. *Biota Neotrop.* 6 (1): 1-24. <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?article+bn00406012006>.
- Hernandes, F.A. & R.J.F. Feres. 2006b. Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no noroeste do Estado de São Paulo. *Neotrop. Entomol.* 35 (4): 523-535.
- Hiscox, J.D. & G.F. Israelstam. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Can. J. Bot.* 57: 1332-1334.
- Hoagland, D.R. & D.I Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley, California Agricultural Experiment Station, 347p.
- Iatrou, G., C.M. Cook, G. Stamou & T. Lanaras. 1995. Chlorophyll fluorescence and leaf chlorophyll content of bean leaves injured by spider mites (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 19: 581-591.
- Jeppson, L.R., H.H. Keifer & E.W. Baker. 1975. *Mites injurious to economic plants*. Berkeley, University of California Press, 614p.
- Kielkiewicz, M., E. Puchalska & B. Czajkowska. 2005. Changes in biochemical composition of needles of ornamental dwarf spruce (*Picea glauca* 'Conica') induced by spruce spider mite (*Oligonychus ununguis* Jacobi, Acari: Tetranychidae) feeding. *Acta Physiol. Plant.* 27 (4A): 463-471.

- Klamkowski, K., M. Sekrecka, H. Fonyódi & W. Treder. 2006. Changes in the rate of gas exchange, water consumption and growth in strawberry plants infested with the two-spotted spider mite. *J. Fruit Ornament. Plant Res.* 14: 155-162.
- Kondo, A. & T. Hiramatsu. 1999. Analysis of Peach Tree Damage Caused by Peach Silver Mite, *Aculus fockeui* (Nalepa et Trouessart) (Acari: Eriophyidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Z.* 43 (4): 189-193.
- Landeros, J., L.P. Guevara, M.H. Badii, A.E. Flores & A. Pámanes. 2004. Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO₂ assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. *Exp. Appl. Acarol.* 32: 187-198.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, Rima Editora, 531p.
- Lim, T.M. & R. Narayanan. 1972. Estimation of the area of rubber leaves (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) using two leaflet parameters. *Expl. Agric.* 8: 311- 314.
- Lindquist, E.E., M.W. Sabelis & J. Bruin. 1996. *World crop pests. Eriophyids mites: Their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier Science, 790p.
- Moraes, G.J. de & C.H.W. Flechtmann. 2008. *Manual de Acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto, Ed. Holos Ltda., 288p.
- Moreno, R.M.B., M. Ferreira, P.S. Gonçalves & L.H.C. Mattoso. 2005. Technological properties of latex and natural rubber of *Hevea brasiliensis* clones. *Sci. Agric.* 62 (2): 122-126.
- Nihoul, P.P., T. Hance, G. Van Impe & B. Maréchal. 1992. Aspects physiologiques des dégâts provoqués par les acariens phytophages au niveau des folioles de tomates. *J. Appl. Entomol.* 113: 487-492.
- Puchakaska, E. 2006. The influence of *Oligonychus ununguis* Jacobi (Acari: Tetranychidae) on photosynthetic activity and needle damage of *Picea glauca* 'Conica'. *Biological Lett.* 43 (2): 353-360.

- Reddall, A.A., L.J. Wilson, P.C. Gregg & V.O. Sadras. 2007. Photosynthetic response of cotton to spider mite damage: Interaction with light and compensatory mechanisms. *Crop Sci.* 47: 2047-2057.
- Reddall, A., V.O. Sadras, L.J. Wilson & P.C. Gregg. 2004. Physiological responses of cotton to two-spotted spider mite damage. *Crop Sci.* 44: 835-846.
- Royalty, R.N. & T.M. Perring. 1988. Morphological analysis of damage to tomato leaflets by tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *J. Econ. Entomol.* 81 (3): 816-820.
- Royalty, R.N. & T.M. Perring. 1989. Reduction in photosynthesis of tomato leaflets caused by tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *Environ. Entomol.* 18 (2): 256-260.
- Sances, F.V., J.A. Wyman & I.P. Ting. 1979. Physiological responses to spider mite infestation on strawberries. *Environ. Entomol.* 8 (4): 711-714.
- Sances, F.V., J.A. Wyman, I.P. Ting, R.A. Van Steenwyk & E.R. Oatman. 1981. Spider mite interactions with photosynthesis, transpiration and productivity of strawberry. *Environ. Entomol.* 10 (4): 442-448.
- Sances, F.V., N.C. Toscano, E.R. Oatman, L.F. LaPré, M.W. Johnson & V. Voth. 1982a. Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding on strawberry. *Environ. Entomol.* 11 (3): 733-737
- Sances, F.V., N.C. Toscano, M.P. Hoffmann, L.F. LaPré, M.W. Johnson & J.B. Bailey. 1982b. Physiological responses of avocado leaves to avocado brown mite feeding injury. *Environ. Entomol.* 11 (2): 516-518.
- Sivritepe, N., N.A. Kumral, U. Erturk, C. Yerlikaya & A. Kumral. 2009. Responses of grapevines to two-spotted spider mite mediated biotic stress. *J. Biol. Sci.* 9 (4): 311-318.
- Underwood, A.J. 1997. *Experiments in ecology: Their logical design and interpretation using analysis of variance.* Cambridge, Cambridge University Press, 504p.

- Vis, M.J. de, G.J. de Moraes & M.R. Bellini. 2006. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 35 (1): 112-120.
- Vieira, M.R. & E.C. Gomes. 1999. Sintomas, desfolhamento e controle de *Calacarus heveae* Feres, 1992 (Acari: Eriophyidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Cult. Agron.* 8 (1): 53-71.
- Vieira, M.R., E.G. Fabri & E.A. Oliveira. 2000. Sintomatologia do ataque de *Calacarus heveae* em seringueira (*Hevea brasiliensis*). *Rev. Agric.* 75 (3): 405-414.
- Vieira, M.R., E.C. Gomes & J.C. Figueira. 2006. Controle químico de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em seringueira. *BioAssay* 1: 1-7.
- Youngman, R.R., V.P. Jones, S.C. Welter & M.M Barnes. 1986. Comparison of feeding damage caused by four tetranychid mite species on gas-exchange rates of almond leaves. *Environ. Entomol.* 15 (1): 190-193.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. New Jersey, 4^a ed., Prentice-Hall, Inc., 663p+212 App.

Tabela I. Medidas (média \pm erro padrão) dos parâmetros morfológicos utilizados como co-variáveis na ANCOVA, de ambos os clones e tratamentos.

Co-variáveis	GT 1		RRIM 600	
	Controle	Infestadas	Controle	Infestadas
Espessura do caule (cm)*	0,47 \pm 0,05	0,47 \pm 0,02	0,50 \pm 0,02	0,51 \pm 0,02
Número de folíolos	33,9 \pm 3,4	18,1 \pm 3,1	25,2 \pm 3,6	27,1 \pm 1,4
Área foliolar (cm ²)**	21,3 \pm 2,4	24,1 \pm 1,7	20,6 \pm 1,9	21,7 \pm 1,8

* Medida a 5 cm acima do ponto de enxertia;

** Determinada através da fórmula proposta por Lim & Narayanan (1972), com base nas medidas do comprimento e da maior largura do folíolo.

Tabela II. Resultados da ANOVA fatorial 2x2, utilizada para comparar os parâmetros fisiológicos entre os tratamentos, clones de seringueira e tratamento x clone.

Parâmetros	Fonte de variação	gl	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Δw	Tratamento*	1	359,69	59,68	< 0,0001
	Clone	1	7,11	1,18	0,29
	Tratamento x clone	1	9,86	1,64	0,21
	Erro	27	6,03		
CiCO ₂	Tratamento	1	2280,96	3,35	0,08
	Clone	1	2196,89	3,22	0,08
	Tratamento x clone	1	1640,11	2,41	0,13
	Erro	27	681,86		
Condutância estomática	Tratamento*	1	0,41	28,69	< 0,0001
	Clone	1	0,02	1,22	0,28
	Tratamento x clone	1	0,00	0,14	0,71
	Erro	27	0,01		
Taxa de transpiração	Tratamento*	1	11,15	47,49	< 0,0001
	Clone	1	0,09	0,37	0,55
	Tratamento x clone	1	0,29	1,25	0,27
	Erro	27	0,23		
Taxa de fotossíntese	Tratamento*	1	143,64	75,35	< 0,0001
	Clone	1	0,60	0,31	0,58
	Tratamento x clone	1	7,65	4,01	0,05
	Erro	27	1,91		
Clorofila a	Tratamento	1	52,75	3,41	0,07
	Clone	1	10,67	0,69	0,41
	Tratamento x clone	1	57,25	3,70	0,06
	Erro	36	15,46		

Tabela II. Continuação.

Parâmetros	Fonte de variação	gl	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Clorofila b	Tratamento	1	2,88	1,91	0,17
	Clone	1	0,57	0,38	0,54
	Tratamento x clone	1	3,82	2,53	0,12
	Erro	36	1,51		
Carotenóides totais	Tratamento	1	61,17	2,35	0,13
	Clone	1	12,23	0,47	0,50
	Tratamento x clone*	1	119,10	4,58	0,04
	Erro	36	26,00		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela III. Valores (média \pm erro padrão) dos parâmetros fisiológicos foliares das mudas de seringueira infestadas e não infestadas (controle) com *C. heveae*, dos clones GT 1 (n = 11) e RRIM 600 (n = 9). Legendas: (CiCO₂) concentração de gás carbônico na câmara subestomática; (Δw) diferença de umidade relativa entre o ar e a folha.

Parâmetros fisiológicos	Controle		Infestadas	
	GT 1	RRIM 600	GT 1	RRIM 600
Carotenóides totais**	17,7 \pm 1,6 a*	13,1 \pm 1,8 a,b	11,7 \pm 1,6 b	14,1 \pm 1,3 a,b
CiCO ₂ ***	309,1 \pm 12,9 a	276,8 \pm 11,8 a	311,7 \pm 8,6 a	309,4 \pm 5,9 a
Clorofila a**	18,9 \pm 1,06 a	15,4 \pm 1,6 a	14,1 \pm 1,3 a	15,5 \pm 0,9 a
Clorofila b**	5,8 \pm 0,4 a	4,9 \pm 0,5 a	4,6 \pm 0,4 a	5,02 \pm 0,3 a
Condutância estomática (gs)#	0,3 \pm 0,07 a	0,3 \pm 0,08 a	0,1 \pm 0,02 b	0,07 \pm 0,006 b
Δw	15,3 \pm 1,08 a	15,4 \pm 1,5 a	9,4 \pm 0,6 b	7,3 \pm 0,5 b
Taxa de transpiração (E)#	2,4 \pm 0,2 a	2,5 \pm 0,3 a	1,3 \pm 0,1 b	1,04 \pm 0,09 b
Taxa fotossintética (A)***	6,1 \pm 0,7 a	7,4 \pm 0,8 a	2,7 \pm 0,4 b	2,0 \pm 0,3 b

* Diferentes letras entre as colunas significam diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey;

** medida em mg.g⁻¹ de peso fresco;

*** medida em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

medida em $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Tabela IV. Valores da ANCOVA utilizada para comparar o peso seco (g) do látex, extraído das mudas de seringueira infestadas e não infestadas (controle) com *C. heveae*, de ambos os clones, nas duas avaliações realizadas (26 de junho e 31 de agosto). Co-variáveis: Espessura do tronco (cm), número de folíolos e área foliolar.

Fonte de variação	gl	QM	F	p
<u>1ª avaliação</u>				
Clone	1	0,000020	0,84	0,38
Tratamento	1	0,000023	0,96	0,33
Espessura*	1	0,000287	12,10	0,001
No. Folíolos	1	0,000033	1,40	0,24
Área foliolar	1	0,000048	2,04	0,16
Erro	32	0,000024		
<u>2ª avaliação</u>				
Clone	1	0	0,014	0,91
Tratamento	1	0,000041	3,71	0,06
Espessura*	1	0,000087	7,80	0,009
No. Folíolos	1	0	0,004	0,95
Área foliolar	1	0,000018	1,64	0,21
Erro	0,000322	29	0,000011	

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Legendas das figuras

Figura 1. Densidade média de ácaros em folíolos nas mudas de seringueira infestadas e não infestadas (controle) com *C. heveae*, dos clones GT 1 (n = 11) e RRIM 600 (n = 9), nas quatro avaliações realizadas. Barra: Erro padrão.

Figura 2. Redução, em porcentagem, das medidas fisiológicas dos clones GT 1 e RRIM 600 em relação ao respectivo grupo controle de cada um.

Figura 3. Peso seco médio (em gramas) do látex extraído de plantas infestadas e não infestadas (controle) com *C. heveae*, dos clones GT 1 (n = 11) e RRIM 600 (n = 9), nas duas avaliações realizadas. Barra: Erro padrão.

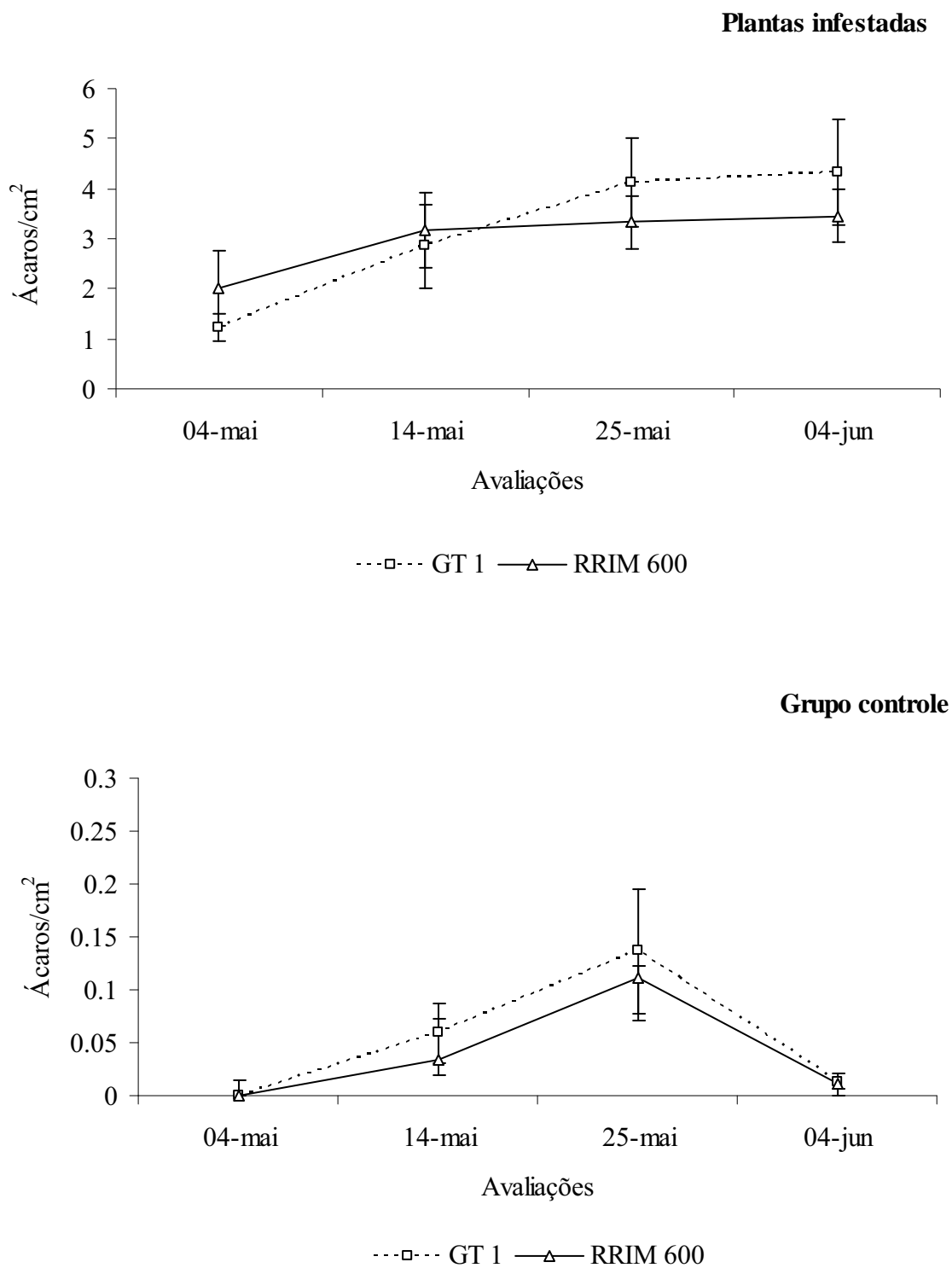


Figura 1.

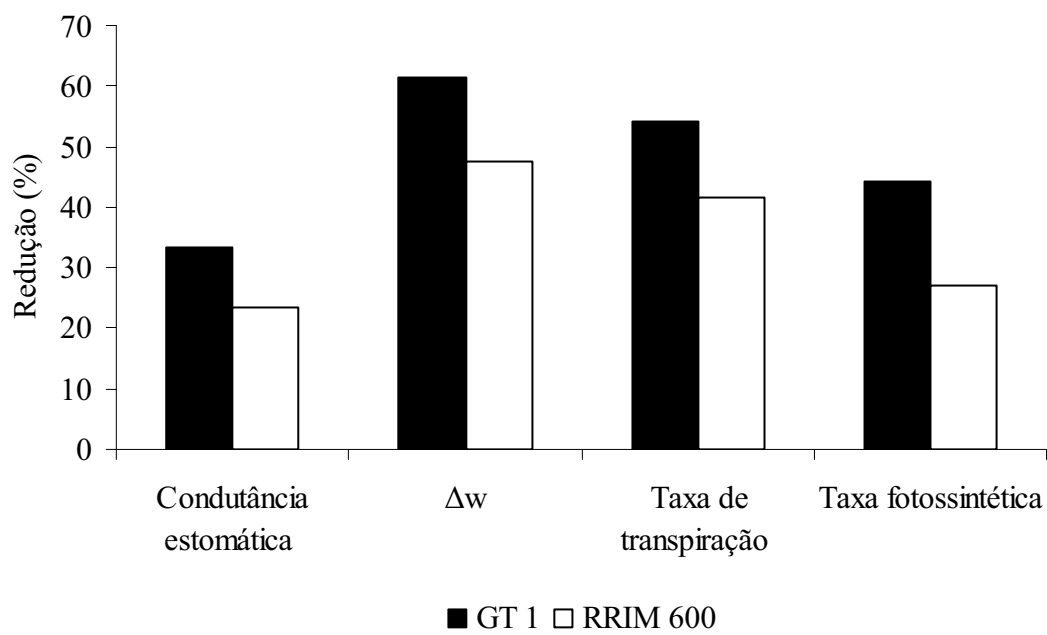


Figura 2.

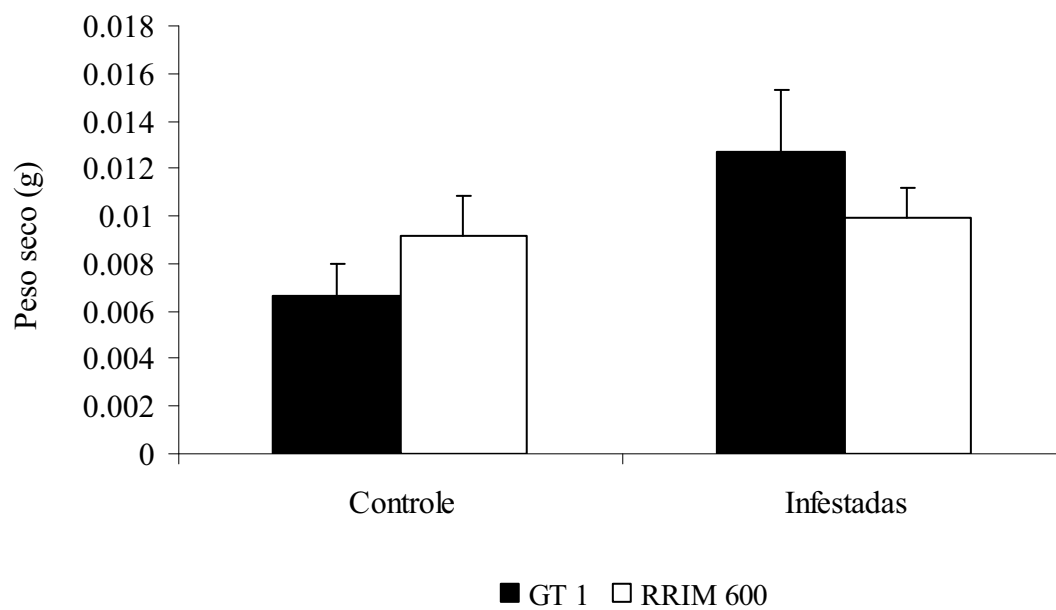
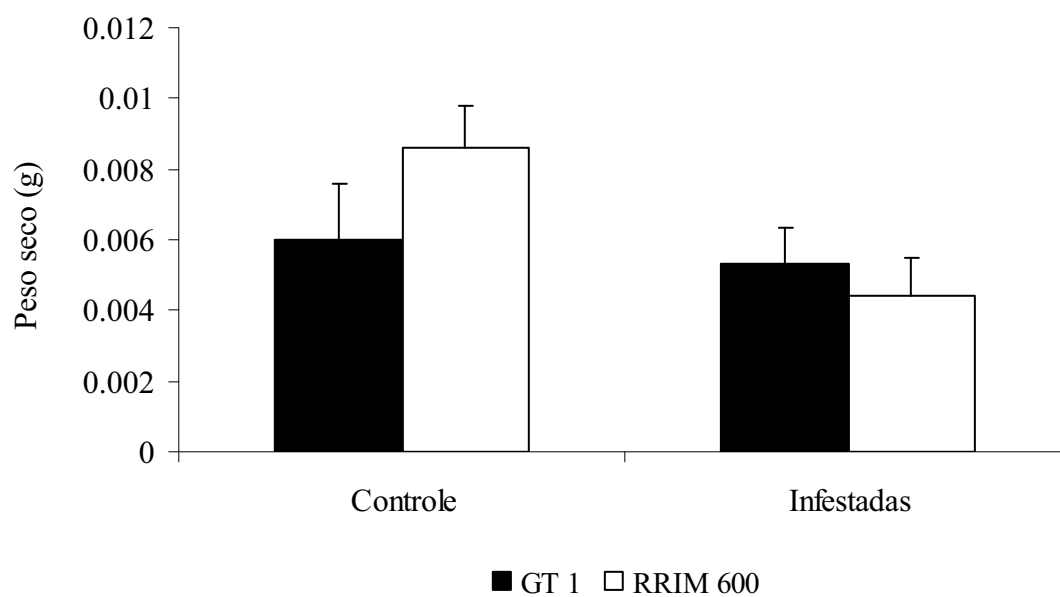
1ª avaliação**2ª avaliação**

Figura 3.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações finais

A susceptibilidade dos clones de seringueira diferiu para cada espécie de ácaro fitófago. No clone RRIM 600 foi observada a maior incidência de *T. heveae*, enquanto em PB 235 e PB 260 a de *P. seringueirae* e *C. heveae*, respectivamente. A abundância de cada espécie fitófaga influenciou os distintos padrões de distribuição e ocorrência de outras espécies direta ou indiretamente relacionadas a elas, tais como os competidores e predadores. Com isso, pode-se supor que o cultivar da seringueira influenciou a abundância das espécies fitófagas e, conseqüentemente, modulou toda a estrutura da comunidade de ácaros nos cultivos da empresa “Plantações E. Michelin”, localizada em Itiquira, MT.

A maior riqueza de espécies foi observada para a comunidade de ácaros associada ao clone GT 1, enquanto a maior diversidade para a de PB 260. A maior diversidade de ácaros nesse último clone foi resultado da maior uniformidade e da menor dominância das espécies associadas. Todavia, o valor de diversidade beta evidenciou pequena substituição de espécies entre os clones, o que reforça a hipótese de que a abundância de cada espécie fitófaga foi o fator determinante nos padrões estruturais da comunidade de ácaros em seringueira.

No estudo do ciclo biológico de *C. heveae*, foi observada a susceptibilidade sazonal dos clones GT 1, PB 235 e RRIM 600 ao ataque dessa espécie. No período de novembro a dezembro de 2005 os folíolos extraídos para o experimento dos clones PB 235 e RRIM 600 já estavam propícios para o desenvolvimento do ácaro. Porém, os folíolos extraídos das plantas no período de janeiro a abril foram os que proporcionaram as melhores condições para manter as populações de *C. heveae* em laboratório. Quando criados nesses substratos, *C. heveae* apresentou menor período de desenvolvimento, altos valores reprodutivos e maior sobrevivência populacional. Esse resultado é concordante com o estudo de campo realizado em Itiquira, MT, pois o primeiro semestre foi o período crítico de infestação de *T. heveae*, *P. seringueira* e *C. heveae* nesses cultivos.

O clone PB 235 foi o mais susceptível ao ataque de *C. heveae*, pois estes, quando criados em folíolos destacados desse clone, apresentaram curto período de desenvolvimento, maior sobrevivência e os maiores valores de ovipostura oviposição com relação aos criados em folíolos de GT 1 e RRIM 600. Esse resultado foi conflitante com o trabalho de campo realizado, onde foi observada a menor incidência de *C. heveae* em exemplares pertencentes ao clone PB 235. Entretanto, as plantas avaliadas nos cultivos da empresa “Plantações E. Michelin” possuíam 18 anos de idade no período de estudo, enquanto as utilizadas para a extração dos folíolos que serviram de substrato para o estudo do ciclo biológico, apenas seis anos, o que pode explicar os resultados discrepantes encontrados. Um outro fator a ser considerado é a diferença de procedência do material genético do clone PB 235 entre as plantas do cultivo em Itiquira com aquelas utilizadas no estudo da biologia.

A disponibilidade de nutrientes nos folíolos não explicou os distintos padrões de abundância de *C. heveae* entre os clones estudados. Foi verificado que os teores de proteínas, gorduras, cinzas e umidade dos folíolos não variaram entre GT 1, PB 235 e RRIM 600. Provavelmente, a variação sazonal da concentração de compostos químicos defensivos foliares deve ter influenciado os diferentes níveis de infestação de *C. heveae* nos clones de seringueira.

As mudas de seringueira dos clones GT 1 e RRIM 600, que receberam infestação de *C. heveae*, apresentaram reduções na taxa fotossintética líquida, como consequência da diminuição da abertura dos estômatos. O distúrbio nos estômatos foi evidenciado pela redução nos valores da taxa de transpiração e da condutância estomática, e pela ausência de diferenças no teor de clorofila entre as plantas infestadas com as do grupo controle (isentas de ácaros). A diminuição da abertura dos estômatos foi uma defesa das plantas contra maior dessecação, verificada pela variação de Δw nas plantas infestadas.

As mudas de RRIM 600 apresentaram maior tolerância fisiológica ao ataque de *C. heveae*, pois apresentaram reduções menos intensas nos processos fisiológicos em relação às de GT 1. Além disso, o teor de carotenóides totais somente foi reduzido em folíolos de GT 1. Provavelmente, a tolerância fisiológica é um dos fatores que permite o clone RRIM 600 suportar maior densidade populacional de *C. heveae*.

Embora tenha reduzido a capacidade fotossintética e provocado desfolha nas plantas, o ataque de *C. heveae* não ocasionou perdas na produção de látex nas mudas de seringueira. Entretanto, as plantas utilizadas no experimento provavelmente não apresentavam vasos laticíferos completamente desenvolvidos por serem novas (cinco meses de idade), o que deve ter influenciado o resultado. Além disso, o ataque de *C. heveae* pode ter influenciado a qualidade do látex, principalmente o teor de nitrogênio.

ANEXO 1

Daud, R.D. & R.J.F. Feres. 2007. Dinâmica populacional de ácaros fitófagos (Acari, Eriophyidae, Tenuipalpidae) em seis clones de seringueira no sul do Estado de Mato Grosso. *Rev. Bras. Entomol.* 51 (3): 377-381.