

**CLÁUDIA HELENA CYSNEIROS MATOS**

**DOMÁCIAS INTERMEDIANDO INTERAÇÕES TRITRÓFICAS EM  
CAFEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2001**

**A Deus.**

**Aos meus pais, Maria Helena e Maurilo.**

**A Romerinho.**

**Aos meus irmãos.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, princípio de tudo o que é bom.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realização do Curso e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

A Angelo, pela orientação, amizade, disponibilidade, alegria, incentivo e, sobretudo, pela paciência e compreensão ao longo do desenvolvimento desse trabalho.

A Romerinho, cuja participação foi fundamental para que as coisas dessem certo, minha eterna gratidão; pela paciência, apoio, amor, companheirismo e incentivo em todos os momentos.

À minha família, pelo esforço para que eu pudesse chegar até aqui, pelo incentivo, apoio, carinho e alegria. Obrigada por estar sempre presente em minha vida!

Aos professores: José Henrique Schoereder (Zé), Paulo Rebelles Reis e Og Francisco de Souza (Parede) pelas conversas valiosas, amizade, sugestões e críticas.

À Dra. Madelaine Venzon (Made), pela presença agradável, amizade, apoio e sugestões de grande valor para o êxito deste trabalho.

A Cris, mais que uma amiga, pelo apoio ao longo do curso, pelas conversas divertidas, pelas piadas “engraçadíssimas” e, principalmente, pela “deliciosa” salada tropical.

A Beto, pela amizade, apoio, disponibilidade e auxílio fundamentais para a finalização deste trabalho.

A Fredson Chaves (Fred) e Dany, pela amizade e ajuda no desenvolvimento e manutenção dos experimentos de campo e laboratório.

À Carla Galbiati, pela disponibilidade, paciência e auxílio nas análises estatísticas.

A “Dona” Paula, pelo carinho, dedicação, profissionalismo e eterno bom humor.

Aos demais amigos pela amizade durante o curso e àqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

CLÁUDIA HELENA CYSNEIROS MATOS, filha de Maurilo Campos Matos e Maria Helena Cysneiros Matos, nasceu na cidade de Garanhuns, Estado de Pernambuco, em 29 de abril de 1973.

Em agosto de 1999 graduou-se em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife – PE, iniciando no mesmo mês e ano, o Curso de Mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa.

Esta tese segue as “**Normas para redação de teses**” aprovadas pelo Conselho de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa, em 01 de dezembro de 2000.

Os capítulos foram escritos baseando-se nas normas da revista “**Neotropical Entomology**”.

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>1. Introdução Geral</b>	1
<b>2. Literatura Citada</b>	6
<b>CAPÍTULO 1 – Interação entre ácaros e domácias em cafeeiros.</b>	<b>12</b>
<b>Material e Métodos</b>	<b>13</b>
<b>Resultados</b>	<b>15</b>
<b>Discussão</b>	<b>16</b>
<b>Literatura Citada</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 2 – Domácias do cafeeiro beneficiam o ácaro predador <i>Iphiseiodes zuluagai</i> Muma &amp; Denmark (Acari: Phytoseiidae)?</b>	<b>37</b>
<b>Material e Métodos</b>	<b>39</b>
<b>Resultados</b>	<b>43</b>
<b>Discussão</b>	<b>44</b>
<b>Literatura Citada</b>	<b>49</b>
<b>Conclusões Gerais</b>	<b>61</b>

## RESUMO

MATOS, Cláudia Helena Cysneiros, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2001. **Domácias Intermediando Interações Tritróficas em Cafeeiros.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Conselheiros: José Henrique Schoereder e Og Francisco Fonseca de Souza.

O controle biológico vem sendo introduzido em vários países, muitas vezes sem a obtenção de resultados positivos. Isto ocorre principalmente pela falta de conhecimento sobre as interações existentes entre os organismos envolvidos. Plantas e inimigos naturais de seus herbívoros interagem de diferentes formas e muitas destas interações podem levar ao benefício de ambos. Plantas de *Coffea* spp. apresentam estruturas em suas folhas, denominadas domácias. Essas estruturas abrigam ácaros predadores e fungívoros, sugerindo uma interação mutualística entre a planta e os ácaros que ali vivem. No presente estudo foi avaliado o papel das domácias sobre populações do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) em plantas de cafeeiros, sendo dividido em dois capítulos. No capítulo 1 foi analisada a interação entre ácaros predadores e domácias em duas espécies de cafeeiro, testando-se a hipótese de que plantas com grande quantidade de domácias abrigam maiores densidades de ácaros predadores do que plantas com poucas ou sem domácias. Para a realização dos testes foram utilizadas plantas de *Coffea arabica* var. Catuaí e de *Coffea canephora* var. Conilon onde, em campo, foram realizadas coletas de folhas das duas espécies. Em laboratório, para cada espécie de cafeeiro, procedeu-se a medição da área foliar, a quantificação das domácias presentes por folha, a avaliação da ocupação dessas estruturas por ácaros e a quantificação dos ácaros predadores e fitófagos presentes por folha. No capítulo 2 foram realizados dois testes em laboratório, com o objetivo de avaliar a sobrevivência de *I. zuluagai* em folhas de *C. arabica* var. Catuaí. No teste I (teste de alimento e abrigo) foi avaliada a sobrevivência de *I. zuluagai* em folhas com domácias fechadas (tratamento 1); domácias abertas+ovos de Tydeidae (tratamento 2) e domácias abertas vazias (tratamento 3), sendo analisado a cada 24 horas o número de ácaros adultos vivos em cada tratamento, local de oviposição e quantidade de ovos de *I. zuluagai*. No teste II (teste de predação) foi avaliada a taxa de predação de *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) por *I. zuluagai* em folhas com domácias fechadas (tratamento 1) e em folhas com domácias abertas+ovos de Tydeidae (tratamento 2), e também a sobrevivência de *I. zuluagai* nesses dois tratamentos. As observações foram realizadas a cada 24 horas, onde avaliou-se o número de adultos vivos, local de oviposição e quantidade de ovos de *I. zuluagai*, e o número de ninfas mortas de *O. ilicis*, em cada tratamento. No que se refere ao capítulo 1, foi observado que plantas de *C. arabica* apresentaram maiores densidades de domácias/área foliar do que plantas de *C. canephora*. Houve diferença significativa na densidade de *I. Zuluagai* nas duas espécies. O ácaro predador apresentou altas densidades e uma tendência crescente em plantas de *C. arabica*, não se observando o mesmo em *C. canephora*. Em relação aos ácaros fitófagos *B. phoenicis* e *O. ilicis*, foram observadas baixas densidades em folhas de *C. arabica* – espécie com maior número de domácias. As domácias de *C. arabica* se mostraram mais favoráveis ao desenvolvimento de *I. zuluagai* do que as de *C. canephora*, podendo proporcionar melhores condições de abrigo e reprodução a esse predador. No capítulo 2 constatou-se que, no teste de alimento e abrigo, nas folhas com domácias fechadas a densidade dos ácaros adultos apresentou uma tendência decrescente, o que resultou na morte de todos os indivíduos no 18º dia de observação.

Nas folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae e folhas com domácias abertas vazias o número de adultos de *I. zuluagai* foi significativamente maior que nas folhas com domácias fechadas, apresentando uma tendência crescente de suas densidades. No teste do alimento não foram observadas diferenças no consumo de *O. ilicis* por *I. zuluagai* em ambos os tratamentos (domácias fechadas, e domácias abertas+ovos de Tydeidae), onde após 24 horas todas as ninfas haviam sido predadas. Por outro lado, observou-se nas folhas com domácias fechadas que no 10<sup>o</sup> dia todos os indivíduos de *I. zuluagai* já se encontram mortos, ao passo que nas folhas com domácias abertas+ovos de Tydeidae houve uma tendência desses ácaros se manterem vivos até o final do experimento.

Os resultados obtidos mostram uma interação positiva entre a presença de domácias e ácaros predadores em cafeeiros, sendo estas estruturas de grande importância para a sobrevivência e manutenção destes predadores nas plantas. Isto é de grande importância para o manejo sustentável de pragas, pois representa seu principal objetivo, promover a presença do predador no campo.

**Palavras-chave:** mutualismo planta-predador, controle biológico, ácaros, plantas de cafeeiro.



## Abstract

MATOS, Cláudia Helena Cysneiros, M.S., Federal University of Viçosa, August 2001.

**Domatia Mediating Tritrophic Interactions in Coffee Plants.** Adviser: Angelo Pallini Filho. Committee Members: José Henrique Schoereder and Og Francisco Fonseca de Souza.

Biological control has been introduced in several countries as a method of pest control, but its final results can be in many cases negative. Much of its failure is due to the lack of knowledge on the interactions occurring among the organisms in the target system. Plants and natural enemies of herbivores interact in several ways, and in some cases this may lead to mutual benefits. Plants of *Coffea* spp. have leaves structures called domatia. Such structures normally harbour fungivore and predatory mites, which suggests a mutualistic plant-mites interaction. This study investigated the role of domatia on the population of the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) on coffee plants. On chapter 1 we studied the interactions between predatory mites and domatia on two coffee plant species. It was tested the hypothesis that plants with high number of domatia shelter high density of predatory mites than plants with few or no domatia. In the field, we collected leaves from two coffee species, *Coffea canephora* var. Catuaí and *Coffea canephora* var. Conilon. In the laboratory, for each coffee species, it was measured the leaf area, the number of domatia/leaf, the number of domatia occupied by mites, and the number of phytophagous and predatory mites/leaf. On chapter 2, two tests were carried out in the laboratory, aiming to evaluate the survivorship of *Iphiseiodes zuluagai* on *C. arabica* leaves. At the test I (testing food source and shelter), the survivorship of *I. zuluagai* was evaluated on leaves with closed domatia (treatment 1), open domatia + Tydeidae eggs (treatment 2), and empty open domatia (treatment 3). It was scored every 24 h the number of alive adults in each treatment, oviposition site and number of *I. Zuluagai* eggs. At the test II (testing predation rate), the predation rate of *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) by *I. zuluagai* was evaluated on leaves with closed domatia (treatment 1), and on leaves with open domatia + Tydeidae eggs (treatment 2). The survivorship of *I. Zuluagai* was scored on both treatments. It was scored every 24 h the number of alive adults, oviposition site, the number of *I. Zuluagai*, and the number of dead *O. ilicis* nymphs in each treatment. On chapter 1 it is presented that plants of *C. arabica* showed higher density of domatia/leaf area than *C. canephora*. It was found significant difference of *I. zuluagai* density between the two coffee plants species. The predatory mites showed higher and continuous raising density on *C. arabica* than on *C. canephora*. For the phytophagous mites *B. phoenicis* and *O. ilicis*, it was found low densities on *C. arabica* leaves – species with higher number of domatia. The domatia on *C. arabica* proved to be favourable for the developing of the predatory mites than did those on *C. canephora*. The reasons for that were due to better shelter and reproduction conditions to the predators. On chapter 2 it is presented (testing food source and shelter) that the densities of the adult predatory mites were decrescent, leading to the death of all mites after 18 days of scoring when leaves with closed domatia were used. When it was used leaves with open domatia + Tydeidae eggs and leaves with empty open domatia, the number of *I. zuluagai* adults was significantly higher than when leaves with closed domatia were used. The test with food source did not show differences on the predation of *O. ilicis* nymphs by *I. zuluagai* on both treatments (closed domatia and open domatia + Tydeidae eggs). After 24 h all nymphs were predated. On the other hand, it was observed that after 10 days of the beginning of the experiment all predatory mites were dead on leaves with closed domatia, while on leaves with open domatia + Tydeidae

eggs they were alive until the end of the experiment. The results showed a positive interaction between the presence of domatia and the predatory mites in coffee plants. The domatia proved to be of great importance for the survivorship and maintenance of the predators on the plants. Such results could have a direct application for the sustainable management of crop pests, which its more difficult fundament is to keep predators on plants year-round.

**Key words:** plant-predator mutualism, biological control, mites, coffee plants.



## Introdução Geral

Por um longo tempo, o controle químico se destacou como base do Manejo Integrado de Pragas (MIP), sendo o controle biológico considerado secundário ou desnecessário (Driesche & Bellows Jr. 1996). Sabe-se, entretanto, que a utilização de pesticidas vem ocasionando sérios problemas à agricultura (contaminação do solo e alimentos por resíduos químicos, resistência de diversas pragas e doenças aos produtos utilizados), o que conseqüentemente acaba por afetar a qualidade de vida humana.

Nas últimas décadas vem sendo dada maior ênfase às pesquisas voltadas para o controle biológico, como meio de se obter métodos alternativos ao controle químico (Helle & Sabelis 1985, Croft 1990, De Bach & Rosen 1991, Moraes 1991, English-Loeb 1999). Contudo, programas de controle biológico vêm sendo desenvolvidos em diversos países, muitas vezes, sem resultados positivos (Gerson & Smiley 1990). Isso ocorre, principalmente, pela falta de conhecimento acerca da intrincada rede de interações existente entre os organismos utilizados nesses programas.

Durante muito tempo as interações bitróficas foram alvo de muitas pesquisas. Nesses estudos são enfatizadas as relações planta-herbívoros e presa-predador, ou seja, a planta é apresentada como um agente passivo nas relações entre herbívoros e inimigos naturais, servindo apenas de substrato para que essas interações ocorram (Araújo *et al.* 1997).

Sabe-se, porém, que plantas e herbívoros interagem de diversas maneiras e que a ação dos inimigos naturais desses herbívoros pode ser bastante influenciada pelos mecanismos de defesa das plantas (Price 1986).

Assim, em estudos de interações não se deve considerar apenas os aspectos envolvidos nas relações entre o primeiro e o segundo níveis tróficos, ou seja, plantas e herbívoros, mas também deve ser incluído obrigatoriamente o terceiro nível trófico, uma vez que a planta, além de agir diretamente sobre os herbívoros, pode também intermediar as relações entre os mesmos e seus inimigos naturais (Price *et al.* 1980). Para se compreender como essas interações ocorrem é preciso conhecer os mecanismos de defesa das plantas e como eles participam dessas interações.

Plantas se defendem do ataque de herbívoros através de mecanismos químicos e físicos, que podem influenciar diretamente o desempenho dos herbívoros (defesa direta) ou auxiliar no recrutamento de inimigos naturais desses herbívoros (defesa indireta) (Takabayashi & Dicke 1996, Janssen *et al.* 1998, Sabelis *et al.* 1999a, Pare & Tumlinson 1997).

A utilização de mecanismos de defesa indireta pelas plantas ocorre comumente na natureza e representa um componente importante da dinâmica populacional em muitas comunidades (Price, 1984). A ação desses mecanismos sobre os inimigos naturais pode se dar através da liberação de compostos voláteis que os atraem para a planta (Margolies *et al.* 1997, Pallini 1998, Dicke *et al.* 1998, Dicke *et al.* 2000) ou pela presença de estruturas morfológicas da planta, que favorecem a presença e a manutenção desses organismos na mesma (Grevstad & Klepetka, 1992, Marquis & Whelan 1996).

A proteção de plantas por inimigos naturais é bem documentada na literatura, sendo em alguns casos tão notável, que os inimigos naturais são referidos como guarda-costas das plantas (Bentley 1977, Dicke & Sabelis 1988, Whitman 1994). É importante ressaltar que plantas e inimigos naturais de seus herbívoros interagem de diferentes formas e que muitas destas interações não favorecem apenas os inimigos naturais, mas podem levar ao benefício de ambos (Sabelis *et al.* 1999b). Isso não ocorre ao acaso, já que no decorrer da evolução estas interações podem ter surgido como fator fundamental para a sobrevivência das espécies (Edwards & Wratten 1981).

Estudos têm revelado interações substanciais entre características das plantas, que lhes conferem resistência contra os herbívoros, e os agentes de controle biológico (Price 1986, Thomas & Waage 1996). Essas características são de grande importância, pois podem influenciar a habilidade dos inimigos naturais em suprimir populações de herbívoros (van Lenteren & de Ponti 1990, Dicke 1996, Thomas & Waage 1996, Dicke 1998, Fuentes-Contreras *et al.* 1998).

Diversas estruturas das plantas podem abastecer os inimigos naturais com recursos essenciais e assim serem cruciais na determinação de sua eficácia como agentes de controle biológico (Marquis & Whelan 1996). Plantas fornecem alimento como néctar ou pólen aos predadores (Koptur 1992, Pemberton & Lee 1996, Sabelis & van Rijn 1997), produzem voláteis que os atraem (Dicke *et al.* 1990, Turlings *et al.* 1990, Tumlinson *et al.* 1993, Dicke 1994) e podem ainda lhes prover abrigo (Sabelis &

De Jong 1988, Marquis & Whelan 1996). Como resultado, os predadores apresentam um aumento na sua população e diminuem a densidade de herbívoros nas plantas (Drukker *et al.* 1995, Shimoda *et al.* 1997, De Moraes *et al.* 1998, Janssen 1999).

Exemplos de abrigo são as estruturas ocas de árvores que normalmente são ocupadas por formigas doceiras. Ao disponibilizar abrigo, as plantas aumentam a abundância de formigas, localmente, e são assim melhor protegidas contra o ataque de herbívoros, ao passo que as formigas podem beneficiar-se de alimento e abrigo, aumentando sua longevidade e/ou capacidade reprodutiva (Huxley & Cutler 1991, Price 1997). Associação semelhante é observada entre formigas e plantas portadoras de nectários extraflorais (Rogers 1985, Pemberton & Lee 1996, Pemberton 1998, Rudgers 2000). As interações entre plantas e predadores, onde ambos se beneficiam, são denominadas mutualísticas.

Diversas espécies de plantas, inclusive muitas de importância econômica como *Coffea* spp., apresentam estruturas em suas folhas denominadas domácias. Essas estruturas variam de simples tufos de pêlos a cavidades (com ou sem pêlos) localizadas nas junções entre nervuras principais e secundárias, na face inferior das folhas (O'Dowd & Pemberton 1994, 1998). A hipótese de que domácias oferecem proteção a ácaros é conhecida há mais de 100 anos (Lundström 1887).

A presença de domácias em folhas de cafeeiros foi assinalada pela primeira vez por Goeldi (1887) que as descreveu como pequenas saliências do tamanho de uma cabeça de alfinete, presentes em todos os pontos das ramificações das nervuras secundárias nas folhas. Mas o termo “domácia” foi utilizado pela primeira vez por Ludstroem (1887), que após estudar estas estruturas, também em folhas de cafeeiro, observou que as mesmas serviam de refúgio e moradia para ácaros, dando-lhes a denominação de “domácias” (gr. domatium = casa pequena) ou acarodomácias. Essas estruturas foram interpretadas como “adaptações a uma simbiose mutualística entre a planta e os ácaros que ali vivem”, mas esta teoria foi logo abandonada pelos botânicos que passaram a utilizar o termo domácia apenas para as estruturas presentes nas junções das nervuras das folhas.

Estudos recentes têm demonstrado que domácias são realmente utilizadas como abrigo por ácaros predadores e fungívoros, retomando assim a hipótese de mutualismo entre as plantas e os ácaros que se abrigam nestas estruturas (Schicha & O'Dowd 1993, Walter & O'Dowd 1997). Na realidade, existem evidências de que ácaros beneficiam-se ao achar abrigo em domácias e de que estas estruturas afetam sua

distribuição, abundância e reprodução (Walter & O'Dowd 1992a, b, Grostal & O'Dowd 1994, O'Dowd & Wilson 1997).

Pesquisadores manipularam domácias experimentalmente e encontraram uma maior concentração de ácaros em folhas com domácias do que em folhas sem domácias, sendo a maioria dos ácaros predadores e fungívoros (Walter & Denmark 1991, Grostal & O'Dowd 1994, O'Dowd & Pemberton 1998). Esses autores demonstraram que domácias são responsáveis pelo aumento da reprodução de ácaros predadores em condições de baixa umidade e que aumentam o consumo de ácaros fitófagos por predadores. Isto indica que pode haver benefício para ambos, plantas e inimigos naturais, porém o efeito em "fitness" para a planta ainda permanece pouco claro.

Agrawal & Karban (1997) adicionaram domácias artificiais a plantas de algodoeiro e utilizaram para representar essas estruturas tufo de algodão, os quais foram colados com cola branca nas junções entre nervuras principais e secundárias nas folhas. A adição de domácias levou a um aumento na produtividade desta planta em relação ao controle (planta sem adição de domácias). Entretanto, possibilitou à planta o benefício de possuí-las sem ter que investir na formação de suas estruturas, o que desta forma impediu a avaliação do quanto ela gasta na produção de domácias e qual é o benefício líquido que estas estruturas lhes proporcionam.

No que se refere a plantas de cafeeiros, os estudos sobre a relação ácaro-domácias são praticamente inexistentes. Até o momento foi desenvolvido apenas um trabalho por O'Dowd (1994) que estudou domácias em plantas de *Coffea arabica* constatando que mais de 80% delas tinham sido ocupadas por ácaros benéficos adultos e que mais de 93% dos ovos desses indivíduos estavam no interior destas estruturas. Porém o efeito das domácias sobre esses ácaros não foi esclarecido.

O presente trabalho teve o objetivo de estudar o papel das domácias sobre populações do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em cafeeiros, inferindo sobre como essas informações podem ser aplicadas em programas de controle biológico.

Assim, baseando-se no fato de que plantas com grande quantidade de domácias abrigam maiores densidades de ácaros predadores do que plantas com poucas ou sem domácias (Walter & O'Dowd 1992b), foram testadas as seguintes hipóteses: a) Domácias oferecem abrigo a ácaros predadores; b) Domácias oferecem alimento a ácaros predadores.

As informações obtidas nesse estudo foram agrupadas em 2 capítulos. No capítulo 1 são abordados os efeitos das domácias sobre ácaros predadores e fitófagos em duas espécies de cafeeiros: *Coffea arabica* var. Catuaí e *Coffea canephora* var. Conilon. No capítulo 2, através de experimentos em laboratório, são exploradas as possíveis funções dessas estruturas para o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae).

## Literatura Citada

- Agrawal, A.A. & R. Karban. 1997.** Domatia mediate plant-arthropod mutualism. *Nature* 387: 562-563.
- Araújo, M.C.P. de, G.C. Coelho & L. Medeiros. 1997.** Interações ecológicas e biodiversidade. Unijuí, Ijuí, p.34-35.
- Bentley, B.L. 1977.** Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. *Ann. Rev. Ecol. System.* 8: 407-427.
- Croft, B.A. 1990.** Arthropod biological agents and pesticides. Wiley, New York.
- De Bach, P. & D. Rosen. 1991.** Biological control by natural enemies. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- De Moraes, C.M., W.J. Lewis, P.W. Paré, H.T. Alborn & J.H. Tumlinson. 1998.** Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. *Nature* 393: 570-573.
- Dicke, M. 1994.** Local and systemic production of volatile herbivore-induced terpenoids: their role in plant-carnivore mutualism. *J. Plant Physiol.* 143: 465-472.
- Dicke, M. 1996.** Plant characteristics influence biological control agents: implications for breeding for host plant resistance. In: Harvell C.D. & R. Tollrian (Eds.). *The ecology and evolution of inducible defenses.* Princeton Univ. Press.
- Dicke, M. 1998.** Evolution of induced indirect defense of plants. In: Ellis P.R. & J. Freuler (Eds.). *Breeding for resistance to insects and mites* 19: 72-80.
- Dicke, M., & M.W. Sabelis. 1988.** How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Neth. J. Zool.* 38: 148-165.



- Dicke, M., T.A. Van Beek, M.A. Posthumus, N. Ben Dom, H. Van Bokhoven & A.E. De Groot. 1990.** Isolation and identification of volatile kairomone that affects acarine predator-prey interactions. *J. Chem. Ecol.* 16: 381-396.
- Dicke, M., C. Schütte & H. Dijkman. 2000.** Change in behavioral response to herbivore-induced plant volatiles in a predatory mite population. *J. Chem. Ecol.* 26: 1497-1514.
- Dicke, M., J. Takabayashi, M.A. Posthumus, C. Schütte & O.E. Krips. 1998.** Plant-phytoseiid interactions mediated by prey-induced plant volatiles: variation in production of cues and variation in responses of predatory mites. *Exp. Appl. Acarol.* 22: 311-333.
- Drukker, B., P. Scutareanu & M.W. Sabelis. 1995.** Do anthocorid predators respond to synomones from *Psylla*-infested pear trees in field conditions? *Entomol. Exp. Appl.* 77: 193-203.
- Edwards, P.J. & S.D. Wratten. 1981.** *Ecologia das interações entre insetos e plantas.* EPU, São Paulo, 71p.
- English-Loeb, G., A.P. Norton, D.M. Gadoury, R.C. Seem & W.F. Wilcox. 1999.** Control of powdery mildew in wild and cultivated grapes by a tydeid mite. *Biol. Control* 14: 97-103.
- Fuentes-Contreras, E. , J.K. Pell, H.M. Niemeyer. 1998.** Influence of plant resistance at the third trophic level: interactions between parasitoids and entomopathogenic fungi of cereal aphids. *Oecologia* 117: 426-432, 1998.
- Gerson, U. & R.L. Smiley. 1990.** *Acarine biocontrol agents: an illustrated key and manual.* Chapman & Hall. p.93-95.
- Goeldi, E.A. 1887.** *Relatório sobre a moléstia do cafeeiro na província do Rio de Janeiro.* 121p.

- Grevstad, F.S. & B.W. Klepetka. 1992.** The influence of plant architecture on the foraging efficiencies of a suit of labybird beetles feeding on aphids. *Oecologia* 92: 399-404.
- Grostal, P. & D.J. O'Dowd. 1994.** Plants, mites and mutualism: leaf domatia and the abundance and reproduction of mites on *Viburnum tinus* (Caprifoliacea). *Oecologia* 97: 308-315.
- Helle, W. & M.W. Sabelis. 1985.** Spider mites: their biology, natural enemies and control. World Crop Pests Series, Vol.1 A,B. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Huxley, C.R. & D.F. Cutler (Eds.). 1991.** Ant-plant interactions. Univ. Press, Oxford.
- Janssen, A.A 1999.** Plants with spider-mite prey attract more predatory mites than clean plants under greenhouse conditions. *Entomol. Exp. Appl.* 90: 191-198.
- Janssen, A., A. Pallini, M. Venzon, & M.W. Sabelis. 1998.** Behaviour and indirect food web interactions among plant inhabiting arthropods. *Exp. Appl. Acarol.* 22: 497-521.
- Koptur, S. 1992.** Extrafloral nectary-mediated interactions between insects and plants. In: Bernays E.A. (Ed.). *Insect-plant interactions*, Vol.4. CRC Press, Florida, p.88-129.
- Krips, O.E., P.E.L. Willems & M. Dicke. 1999.** Compatibility of host plant resistance and biological control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in the ornamental crop gerbera. *Biol. Control* 16: 155-163.
- Lundstroem, A.N. 1887.** Pflanzenbiologische studien II. Die Anpassungen der Pflanzenan Thiere. Domatienführende Pflanzen. In: Mariani, M.J., *Les Caféiers*. p.1-88.

- Margolies, D.C., M.W. Sabelis & J.E. Boyer Jr. 1997.** Response of a phytoseiid predator to herbivore-induced plant volatiles: selection on attraction and effect on prey exploitation. *J. Insect Behavior* 10: 695-709.
- Marquis, R.J. & Whelan, C. 1996.** Plant morphology and recruitment of third trophic level: subtle and little-recognized defenses? *Oikos* 75:330-334.
- Moraes, G.J. de. 1991.** Controle biológico de ácaros fitófagos. *Inf. Agropec.* 15: 56-62.
- O'Dowd, D.J. 1994.** Mite association with the leaf domatia of coffee (*Coffea arabica*) in North Queensland, Australia. *Bull. Ent. Res.* 84: 361-366.
- O'Dowd, D.J., R.W. Pemberton. 1994.** Leaf domatia in Korean plants: floristics, frequency, and biogeography. *Vegetatio* 114: 137-148.
- O'Dowd, D.J. & R.W. Pemberton, 1998.** Leaf domatia and foliar mite abundance in broadleaf deciduous forest of north Asia. *Am. J. Bot.* 85: 70-78.
- O'Dowd, D.J. & M.F. Wilson. 1997.** Leaf domatia and the distribution and abundance of foliar mites in broadleaf deciduous forest in Wisconsin. *Amer. Mid. Nat.* 137: 337-348.
- Pallini, A. 1998.** Odour-mediated indirect interactions in an arthropod food web. University of Amsterdam, Amsterdam. (Ph.D.) Thesis. 91p.
- Paré, P.W. & J.H. Tumlinson. 1997.** De novo biosynthesis of volatiles induced by insect herbivory in cotton plants. *Plant Physiol.* 114: 1161-1167.
- Pemberton, R.W. 1998.** The occurrence and abundance of plants with extrafloral nectaries, the basis for antiherbivore defensive mutualisms, along a latitudinal gradient in east Asia. *J. Biogeog.* 25: 661-668.
- Pemberton, R.W. & J.-H. Lee. 1996.** The influence of extrafloral nectaries on parasitism of an insect herbivore. *Am. J. Bot.* 83: 1187-1194.

- Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPherson, J.M. Thompson & A.E. Weis. 1980.** Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.
- Price, P.W. 1986.** Ecological aspects of host plant resistance and biological control: interactions among three trophic levels. In: Boethel D.J. & R.D. Eikenbary (Eds.). *Interactions of plant resistance and parasitoid and predators of insects.* Wiley, New York, p.11-30.
- Price, P.W. 1997.** *Insect ecology: mutualistic associations.* 3 ed. Wiley. p. 231-238.
- Rogers, C.E. 1985.** Extrafloral nectar: entomological implications. *Bull. Ent. Soc. Am.* 31: 15-20.
- Sabelis, M.W. & M.C.M. De Jong. 1988.** Should all plants recruit bodyguards? Conditions for a polymorphic ESS of synomone production in plants. *Oikos* 53: 247-252.
- Sabelis, M.W. & P.C.J. van Rijn. 1997.** Predation by insects and mites. In T. Lewis (ed.) *Thrips as Crop Pests.* CAB International, Wallingford. p.259-354.
- Sabelis, M.W., A. Jansen, A. Pallini, M. Venzon, J. Bruin, B. Drukker & P. Scutareanu. 1999a.** Behavioral responses of predatory and herbivorous arthropods to induced plant volatiles: from evolutionary ecology to agricultural applications. In: Agrawal A.A., S. Tuzun & E. Bent (Eds.). *Inducible plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology and agriculture.* Amer. Phytopathol. Soc. Press, St. Paul, p.269-296.
- Sabelis, M.W., M. Van Baalen, F.M. Bakker, J. Bruin, B. Drukker, M. Egas, A.R.M. Janssen, I.K. Lesna, B. Pels, P. Van Rijn & P. Scutareanu. 1999b.** The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods. In: Olf H., V.K. Brown & R.H. Drent (Eds.). *Herbivores: between plants and predators.* Blackwell Science, Oxford, p.109-166.

- Schicha, E. & D.J. O'Dowd. 1993.** New Australian species of Phytoseiidae (Acarina) from leaf domatia. *J. Aust. Ent. Soc.* 32: 297-305.
- Shimoda, T., J. Takabayashi, W. Ashihara & A. Takafuji. 1997.** Response of predatory insect *Scolothrips takahashii* toward herbivore-induced plant volatiles under laboratory and field conditions. *J. Chem. Ecol.* 23: 2033-2048.
- Thomas, M. & J.K. Waage. 1996.** Integration of biological control and host-plant resistance breeding: a scientific and literature review. CTA, Wageningen, The Netherlands. 99p.
- Tumlinson, J.H., W.J. Lewis & L.E.M. Vet, 1993.** How parasitic wasps find their hosts. *Sci. Am.* 268: 100-106.
- Turlings, T.C.J., J.H. Tumlinson & W.J. Lewis. 1990.** Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251-1253.
- Van Lenteren, J.C. & O.M.D. de Ponti. 1990.** Plant-leaf morphology, host-plant resistance and biological control. *Symp. Biol. Hung.* 39: 365-386.
- Walter, D.E. & H.A. Denmark. 1991.** Use of leaf domatia on wild grape (*Vitis-munsoniana*) by arthropods in Central Florida. *Florida. Entomol.* 74: 440-446.
- Walter, D.E. & D.J. O'Dowd. 1992a.** Leaf morphology and predators: effect of domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* 21: 478-484.
- Walter, D.E. & D.J. O'Dowd. 1992b.** Leaves with domatia have more mites. *Ecology* 73: 1514-1518.
- Whitman, D.W. 1994.** Plant bodyguards: mutualistic interactions between plants and the third trophic level. In: Ananthakrishnan T.N. (Ed.). *Functional dynamics of phytophagous insects.* Oxford and IBH Publishing, New Delhi. p. 133-159.

## Interação entre Ácaros e Domácias em Cafeeiros

Atributos da planta hospedeira podem exercer grande influência nas interações entre inimigos naturais e suas presas (Price *et al.* 1980, Boethel & Eikenbary 1986, Duffey & Bloem 1986, Barbosa & Letorneau 1988, Marquis & Whelan 1996). Muitas pesquisas voltadas para as interações entre plantas e inimigos naturais têm focado aspectos químicos das plantas e como eles podem influenciar a ação dos inimigos naturais sobre os herbívoros (Vet & Dicke 1992, Bolter *et al.* 1997, Dicke *et al.* 1998, Pallini 1998, Gols *et al.* 1999, Havill & Raffa 2000). Nas últimas décadas, entretanto, pesquisadores têm voltado a atenção para aspectos morfológicos das plantas, os quais podem desempenhar um papel fundamental no processo de defesa das mesmas contra pequenos artrópodes (O'Dowd *et al.* 1991, Agrawal & Karban 1997, Agrawal 2000, Norton *et al.* 2001).

Plantas de *Coffea* spp. apresentam estruturas em suas folhas que provêm abrigo para inimigos naturais. Estas estruturas são denominadas domácias e são representadas por cavidades (com ou sem pêlos) localizadas nas junções entre nervuras principais e secundárias, na face inferior das folhas (O'Dowd 1994). De maneira geral, sua distribuição ocorre desde a base do limbo até aproximadamente 2/3 do comprimento da folha (Barros 1960a, b).

As primeiras observações sobre domácias foram realizadas por Lundström (1887) que as denominou de “acarodomácias” por perceber que essas estruturas ofereciam proteção a diferentes espécies de ácaros. Destes, a maioria era benéfica para as plantas, sugerindo a hipótese de mutualismo entre a planta e os ácaros que se abrigam nessas estruturas. Assim, o principal benefício de uma planta ter domácias é a habilidade de adquirir “guarda-costas” para protegê-las de herbívoros que lhe causam injúrias; ao passo que os predadores têm a vantagem de utilizar o abrigo proporcionado por essas estruturas (Sabelis & De Jong 1988, Whitman 1994, Agrawal & Karban 1997).

Na realidade, estudos têm demonstrado evidências de que ácaros se beneficiam das domácias e de que estas estruturas afetam sua distribuição, abundância e reprodução (O'Dowd & Wilson 1989, Pemberton & Turner 1989, O'Dowd & Wilson 1991, O'Dowd 1994, Walter 1996, Norton *et al.* 2000). Porém, os reais benefícios que essas estruturas proporcionam a esses organismos ainda permanecem obscuros.

No presente estudo foi analisada a interação entre ácaros predadores e domácias em duas espécies de cafeeiros, testando-se a hipótese de que plantas com grande quantidade de domácias abrigam maiores densidades de ácaros predadores do que plantas com poucas ou sem domácias.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado em plantações de cafeeiro, uma de *Coffea arabica* var. Catuaí e outra de *C. canephora* var. Conilon, numa área pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, distante 6 Km do Campus Universitário (20°45'14"S e 42°52'54"W), com altitude de 649 metros e precipitação média anual de 1300mm . Cada plantação era composta de 200 plantas, nas quais não haviam sido feitas aplicações de produtos químicos.

### **Procedimentos em Campo**

**Coletas** - Para cada espécie de cafeeiro foram coletadas quatro folhas do terceiro ou quarto par de ramos do terço médio de cinco plantas adultas, tomadas aleatoriamente e amostradas semanalmente por um período de dois meses. As folhas foram acondicionadas, individualmente, em sacos de papel devidamente identificados e armazenadas em refrigerador no Laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Viçosa.

### **Procedimentos em Laboratório**

**Quantificação de domácias e medição de área foliar em *C. arabica* e *C. canephora*** - Para se estabelecer o padrão do número de domácias presentes por folha, utilizando-se microscópio estereoscópico, procedeu-se a contagem das domácias presentes por folha em cada espécie de cafeeiro.

Devido às variações no tamanho das folhas entre as duas espécies de cafeeiros, para efeito de comparação, realizou-se a medição da área de cada uma das folhas coletadas e em seguida foi calculado o número de domácias/área foliar para cada espécie.

**Análise dos Dados:** Foi calculada uma média dos resultados obtidos por planta e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), tendo como variável resposta a densidade de domácias/área foliar, e como variável explicativa os tratamentos (T1= *Coffea arabica* e T2 = *Coffea canephora*).

**Avaliação da ocupação de domácias em *C. arabica* e *C. canephora*** - Utilizando-se o mesmo material coletado para quantificação de domácias, sob microscópio estereoscópico, foram feitas observações das domácias em cada espécie de cafeeiro. Com o auxílio de um estilete fino procedeu-se a triagem dessas estruturas, analisando-se o número de domácias ocupadas por folha, e o número de ácaros, ovos e exúvias encontrados nessas estruturas.

**Análise dos Dados:** Foi calculada uma média dos resultados obtidos por planta e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando necessário, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Comparação da densidade populacional de ácaros predadores e fitófagos em *C. arabica* e *C. canephora*** - Para avaliar a influência do número de domácias na densidade populacional dos ácaros predadores e fitófagos, em laboratório, sob microscópio estereoscópico, procedeu-se a contagem e identificação dos ácaros predadores e fitófagos presentes por folha em cada espécie de cafeeiro. Os exemplares obtidos foram separados por família e acondicionados em vidros de 15 mL contendo álcool a 70%, devidamente etiquetados. Em seguida foi calculado o número de ácaros/área foliar para cada espécie de cafeeiro.

**Análise dos dados:** Para cada parâmetro avaliado, foi calculada uma média dos resultados obtidos por planta e os dados obtidos foram submetidos à análise de covariância (ANCOVA), sendo a variável resposta a densidade de ácaros/área foliar, e a variável explicativa a densidade de domácias/área foliar. A covariável foi representada pelos tratamentos: *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.



## Resultados

### **Quantificação de domácias e medição de área foliar em *C. arabica* e *C. canephora* -**

As duas espécies apresentaram diferenças significativas no que se refere ao tamanho de suas folhas, tendo as folhas de *C. arabica* cerca de metade do tamanho da área foliar das de *C. canephora* (Fig. 1).

No que se refere à densidade de domácias/área foliar, também foram encontradas diferenças significativas entre as duas espécies, observando-se um número médio de 0,19 e 0,13 domácias/área foliar para *C. arabica* e *C. canephora*, respectivamente (Fig. 2).

### **Avaliação da ocupação de domácias em *C. arabica* e *C. canephora* -**

Houve diferença significativa na densidade média de ácaros, ovos e exúvias encontrados em *C. canephora*, enquanto em *C. arabica* não foi observada diferença significativa entre as médias de ovos e exúvias (Tabela 1). Comparando-se as duas espécies de cafeeiro, não houve diferença significativa na densidade média de ácaros/folha encontrados nessas estruturas (*C. arabica* =  $0,60 \pm 0,11$ ; *C. canephora* =  $0,49 \pm 0,08$ ). Entretanto, o número de ovos/folha foi significativamente maior em *C. arabica*, e o número de exúvias maior em *C. canephora* (Tabela 1). As domácias de *C. arabica* e *C. canephora* estiveram ocupadas por ácaros distribuídos nas famílias Phytoseiidae e Tydeidae; tendo sido encontrados ainda representantes de Stigmaeidae nas domácias de *C. arabica*. Em *C. arabica* foi observada uma média de  $0,11 \pm 0,010$  Stigmaeidae,  $0,19 \pm 0,011$  Phytoseiidae e  $0,27 \pm 0,013$  Tydeidae (Tabela 2); enquanto em *C. canephora* foi encontrada média de  $0,06 \pm 0,005$  Phytoseiidae e  $0,38 \pm 0,020$  Tydeidae (Tabela 2). No que se refere à presença de ácaros fitófagos, tanto em *C. arabica* quanto em *C. canephora*, esses ácaros estiveram praticamente ausentes nas domácias, sendo encontrada média de  $0,03 \pm 0,003$  e  $0,02 \pm 0,004$  Tenuipalpidae, respectivamente (Tabela 2).

### **Comparação da densidade populacional de ácaros predadores e fitófagos em *C. arabica* e *C. canephora* -**

Houve diferença significativa nas densidades do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* nos dois tratamentos ( $F = 59,115$ ;  $P < 0,01$ ) e na interação tratamento x domácias ( $F = 10,342$ ;  $P < 0,01$ ). Analisando-se a interação entre a densidade de ácaros predadores e domácias nas duas espécies de cafeeiros, observou-se em *C. arabica* que, à medida que as folhas apresentavam maior quantidade domácias, houve

uma tendência de aumento na densidade de *I. zuluagai*, cuja densidade máxima foi de 0,48 ácaros/área foliar. Já em *C. canephora*, apesar da tendência também ser crescente, a densidade máxima encontrada de indivíduos de *I. zuluagai* foi de 0,12 ácaros/área foliar (Fig. 3).

Não foram observadas diferenças significativas nas densidades de *O. ilicis* nos dois tratamentos ( $F = 3,755$ ;  $P=0,0563$ ), nem na interação tratamento x domácias ( $F = 3,683$ ;  $P=0,0587$ ). Entretanto, foi observada uma tendência crescente na densidade desses ácaros em folhas de *C. canephora* (Fig.4). Já em *C. arabica* a densidade de indivíduos apresentou uma tendência decrescente à medida que aumentava o número de domácias/área foliar (Fig. 4).

Em relação a *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) houve diferença significativa nas suas densidades nos dois tratamentos ( $F = 12,665$ ;  $P < 0,01$ ), e também na interação tratamento x domácias ( $F = 4,636$ ;  $P < 0,03$ ). Em *C. canephora* a densidade desses ácaros apresentou uma tendência crescente, enquanto em *C. arabica* foi observada uma tendência constante (Fig. 5).

## Discussão

Os resultados obtidos mostram que plantas de *C. arabica* apresentam grande quantidade de domácias em suas folhas (Fig. 2) e também alta concentração de ácaros predadores (Fig. 3), confirmando o fato de que plantas com grande quantidade de domácias apresentam maiores densidades de ácaros predadores em suas folhas do que plantas com poucas ou sem domácias.

No que se refere aos ácaros fitófagos, foi observado efeito indireto negativo dessas estruturas sobre os mesmos, pois, tanto *B. phoenicis* como *O. ilicis* apresentaram baixas densidades médias e tendência praticamente constante justamente em plantas de *C. arabica* - espécie com grande quantidade de domácias – não sendo observado o mesmo em *C. canephora* (Fig. 4 e 5).

Estudos têm considerado a presença de domácias como um fator de grande importância na distribuição e abundância de ácaros predadores em diferentes plantas (Grostal & O'Dowd 1994, Karban *et al.* 1995, O'Dowd & Pemberton 1998). Porém, é preciso se estar atento ao fato de que domácias apresentam variações no que se refere à

forma, tipo e tamanho, dependendo da espécie de planta (Barros 1959, 1960a, 1960b), e que essas variações podem exercer influência no grau de relação entre essas estruturas e os ácaros que habitam as plantas.

Os efeitos das domácias sobre populações de ácaros predadores têm sido amplamente demonstrados por meio de experimentos de adição ou remoção dessas estruturas, onde são comparadas plantas com domácias e plantas sem domácias (Grostal & O'Dowd 1994, Walter & O'Dowd 1995, Walter 1996, Agrawal & Karban 1997). Contudo, no presente estudo foram utilizadas duas espécies de cafeeiros com domácias em suas folhas, considerando-se para comparação a variação natural na densidade dessas estruturas nas duas espécies, o que torna difícil confrontar os resultados aqui obtidos com os que se encontram disponibilizados na literatura.

Em relação a *Coffea* spp., estudos que enfocam a classificação e caracterização das domácias vêm sendo desenvolvidos há mais de 50 anos (De Wildeman 1910, Bitancourt 1927, Nguyen 1941, Chevalier 1942, Barros 1960a,b, Brower & Clifford 1990, Nakamura *et. al.* 1992), sem no entanto ter sido descoberta nenhuma função fisiológica para essas estruturas (Wilkinson 1979), não apenas em Rubiáceas, mas em todas as famílias de plantas que possuem domácias (O'Dowd 1994).

De acordo com a classificação de Chevalier & Chesnais (1941) plantas de *C. arabica* e *C. canephora* possuem domácias do tipo fenda que se caracteriza por apresentar abertura circular, elíptica, ou reduzida na forma de uma fenda. Esse tipo de domácia pode se apresentar ainda provida ou não de pêlos em seu interior ou sobre os bordos externos da abertura. No presente estudo observou-se em *C. arabica* a predominância de domácias com abertura circular (Fig. 6a) e em *C. canephora* a predominância de domácias com abertura na forma de fenda (Fig. 6b). Entretanto, é necessária uma análise mais aprofundada das características dessas aberturas nas duas espécies e variedades de cafeeiro aqui estudadas, através da observação de domácias em plantas provenientes de diferentes plantações e locais, de forma que se possa avaliar a existência ou não de um padrão no que se refere à frequência do tipo de abertura encontrado nessas plantas.

Nas plantas de *C. arabica* analisadas nesse estudo as domácias com abertura circular apresentam diâmetro suficiente (>2mm) para permitir a entrada de ácaros predadores, tanto na forma jovem quanto na forma adulta (Figura 7). Essa característica possibilita aos ácaros utilizarem essas estruturas em todos os estágios do seu ciclo de vida, indo assim de encontro com as considerações de outros pesquisadores, os quais

ênfatizam que devido ao tamanho diminuto dessas estruturas ácaros adultos são impossibilitados de ocupá-las (Pemberton & Turner 1989).

Em *C. canephora* as domácias com abertura na forma de fenda (<2mm) podem realmente impossibilitar ou dificultar ácaros predadores adultos de entrarem nessas estruturas e utilizá-las da mesma forma que em *C. arabica*. Essa característica, associada ao reduzido número de domácias/área foliar encontrado nessa planta, pode justificar a baixa densidade média do *I. zuluagai* em suas folhas.

Desta forma, tomando como base essas observações, se compararmos as duas espécies de cafeeiros, podemos dizer que *C. arabica* é mais favorável ao desenvolvimento de *I. zuluagai* do que *C. canephora*, não só pela alta densidade de domácias que apresenta em suas folhas, mas também pelas características que essas domácias possuem, disponibilizando assim melhores condições de abrigo e reprodução a esse predador. De fato, estudos têm demonstrado que domácias são importantes para ácaros Phytoseiidae e outros ácaros potencialmente benéficos (Turner & Pemberton 1989), servindo de abrigo inclusive contra hiperpredadores, como Chrysopidae, Coccinellidae e Anthocoridae (Kramer 1961, Herbert 1962, McMurtry *et al.* 1970). Isso ocorre devido ao diminuto tamanho dessas estruturas, que as tornam inacessíveis a esses hiperpredadores.

Outro aspecto interessante diz respeito à ocupação de domácias nas duas espécies de cafeeiros. De maneira geral, os padrões de associação entre ácaros e domácias observados nas duas espécies são similares aos reportados para domácias em geral (O'Dowd & Wilson 1989, Pemberton & Turner 1989, Wilson 1991, Walter 1992, Sabelis *et al.* 1999). As domácias de *C. arabica* e *C. canephora* estiveram ocupadas por ácaros distribuídos nas famílias Phytoseiidae e Tydeidae; tendo sido encontrados ainda representantes de Stigmaeidae nas domácias de *C. arabica* (Tabela 2). Esses ácaros são considerados potencialmente benéficos para as plantas, por se alimentarem de ácaros fitófagos e/ou de fungos patogênicos, os quais são bastante prejudiciais às plantas de diferentes famílias (Turner & Pemberton 1989).

Além disso, à semelhança da maioria dos estudos desenvolvidos sobre domácias, o número de ácaros fitófagos encontrados nessas estruturas foi praticamente nulo (média de  $0,03 \pm 0,003$  ácaros em *C. arabica* e de  $0,02 \pm 0,004$  em *C. canephora*) (Tabela 2) e os poucos indivíduos encontrados nessas estruturas estavam presentes justamente nas folhas em que o número de ácaros predadores era reduzido ou ausente. Isso é um aspecto importante, pois reforça o fato de que ácaros fitófagos não habitam

domácias, pela probabilidade de encontro com seus inimigos naturais ser bastante alta nessas estruturas (Sabelis *et al.* 1999).

A presença de domácias demonstra que as plantas não se encontram passivas, a mercê do ataque de herbívoros e patógenos (Pallini *et al.* 2000). Ao contrário, as domácias fazem parte da bateria defensiva da planta e sua presença pode favorecer a presença e manutenção de inimigos naturais dos herbívoros na planta, à medida que podem lhes prover abrigo contra condições abióticas adversas e contra seus próprios predadores, servir de local de oviposição para adultos, de desenvolvimento para as formas jovens e, ainda, lhes fornecer alimento (vide capítulo 2).

Os resultados aqui obtidos mostram uma relação positiva entre ácaros predadores e domácias em cafeeiros, fortalecendo a hipótese de mutualismo entre a planta e os ácaros benéficos que ali vivem. O próximo passo é investir em pesquisas que comprovem o efeito indireto dessas estruturas sobre as populações de herbívoros e, conseqüentemente, sobre a produtividade nessas plantas. Os possíveis efeitos positivos das domácias na produção do cafeeiro irão indicar a importância destas estruturas no controle de pragas, o que pode levar a condução de um programa de melhoramento de plantas que possuem domácias.

## Literatura Citada

- Agrawal, A.A. 2000.** Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interactions. *Current Opinion Plant Biology* 3: 329-335.
- Agrawal, A.A. & R. Karban. 1997.** Domatia mediate plant-arthropod mutualism. *Nature* 387: 562-563.
- Barbosa, P. & D.K. Letourneau. 1988.** Novel aspects of insect-plant interactions. p.35-43.
- Barros, M.A.A. 1959.** Ocorrência das domácias na família Rubiaceae. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* 16:311-317.
- Barros, M.A.A. 1960a.** Morfologia e anatomia das domácias em *Coffea arabica* L. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* 17:165-206.
- Barros, M.A. 1960b.** Origem e formação das domácias em *Coffea arabica* L. *Anais ESALQ* 17: 131-138.
- Bitancourt, A. 1927.** A acarofilia do cafeeiro e seu papel eventual na defesa da planta contra os fungos parasitos. *Boletim biológico*, n. 10.
- Boethel, D.J. & R.D. Eikenbary (Eds.). 1986.** Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. Wiley, New York.
- Bolter, C.J., M. Dicke, J.J.A. Van Loon, J.H. Visser & M.A. Posthumus. 1997.** Attraction of Colorado potato beetle to herbivore damaged plants during herbivory and after its termination. *J. Chem. Ecol.* 23: 1003-1023.
- Brouwer, Y.M. & H.T. Clifford. 1990.** An annotated list of domatia-bearing species. *Notes from the Jodrell Laboratory, Royal Bot. Gardens, Kew* 12: 1-33.

- Chevalier, A.C. 1942.** Botanique – Sur les domaties des feuilles de Juglandaceae. C.R. Académie des sciences 213 :389-392.
- De Wildeman, E. 1910.** Matériaux pour une étude botanico-agronomique du genre *Coffea* (Caféiers cultivés). Ann. Du Jardin Bot. de Buitenzorg. 384p.
- Dicke, M., J. Takabayashi, M.A. Posthumus, C. Schütte & O.E. Krips. 1998.** Plant-phytoseiid interactions mediated by prey-induced plant volatiles: variation in production of cues and variation in responses of predatory mites. Exp. Appl. Acarol., 22: 311-333.
- Duffey, S.S. & K.A. Bloem. 1986.** Plant defense-herbivore-parasite interactions and biological control. In: Kogan, M.(ed), Ecological theory and integrated pest management practice. p.135-184.
- Gols, R., M.A. Posthumus & M. Dicke. 1999.** Jasmonic acid induces the production of gerbera volatiles that attract the biological control agent *Phytoseiulus persimilis*. Entomol. Exp. Appl., 93: 77-86.
- Grostal, P. & D.J. O’Dowd. 1994.** Plants, mites and mutualism: leaf domatia and the abundance and reproduction of mites on *Viburnum tinus* (Caprifoliaceae). Oecologia 97: 308-315.
- Havill, N. & K. Raffa. 2000.** Compound effects of induced plant responses on insect herbivores and parasitoids: implications for tritrophic interactions. Ecol. Entomol., 25: 171-179.
- Herbert, H.J. 1962.** Overwintering females and the number of generations of *Typhlodromus (T.)pyri* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) in Nova Scotia. Canad. Entomol. 94: 233-242.
- Karban, R., G. Englishloeb, M.A. Walker & J. Thaler. 1995.** Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species-Effects of leaf hairs, domatia, prey abundance, and plant phylogeny. Exp. Appl. Acar., 19: 189-197.

- Krämer, P. 1961.** Untersuchungen über den Einfluss einiger Arthropoden auf Raubmilben (Acari). Z. Angw. Zool. 48: 257-311.
- Lundstroem, A.N. 1887.** Pflanzenbiologische studien II. Die Anpassungen der Pflanzenan Thiere. Domatienführende Pflanzen. In: Mariani, M.J., Les Caféiers. p.1-88.
- Marquis, R.J. & Whelan, C. 1996.** Plant morphology and recruitment of third trophic level: subtle and little-recognized defenses? Oikos 75:330-334.
- McMurtry, J.A., C.B. Huffaker & M. van de Vrie. 1970.** Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. Hilgardia 40: 331-390.
- Nakamura, T. T. Taniguchi & E. Maeda. 1992.** Leaf anatomy of *Coffea arabica* L. with reference to domatia. Japanese J. Crop Science 61: 642-650.
- Nguyen, K.O. 1941.** Contribution à l'étude des domaties du genre *Coffea*. Inst. Recherches Agron. For. Hanoi.
- Norton, A.P., G. English-Loeb, D.M. Gadoury & R.C. Seem. 2000.** Mycophagous mite and foliar pathogens: leaf domatia mediate tritrophic interactions in grapes. Ecology 81: 490-499.
- Norton, A.P., G. English-Loeb & E. Belden. 2001.** Host plant manipulation of natural enemies: Leaf domatia protect beneficial mites from insects predators. Oecologia 126: 535-542.
- O'Dowd, D.J. 1994.** Mite association with the leaf domatia of coffee (*Coffea arabica*) in North Queensland, Australia. Bull. Ent. Res. 84: 361-366.
- O'Dowd, D.J., C.F.R. Brew, D.C. Christophel & R.A. Norton. 1991.** Mite-plant associations from the Eocene of southern Australia. Science 252: 99-101.



- O'Dowd, D.J. & R.W. Pemberton. 1998.** Leaf domatia and foliar mite abundance in broadleaf deciduous forest of north Asia. *Am. J. Bot.* 85: 70-78.
- O'Dowd, D.J. & M.F. Wilson. 1989.** Leaf domatia and mites Australasian plants: ecological and evolutionary implications. *Biol. J. Linn. Soc.* 37: 191-236.
- O'Dowd, D.J. & M.F. Wilson. 1991.** Associations between mites and leaf domatia. *Trends Ecol. Evol.* 6: 179-182.
- Pallini, A. 1998.** Odour-mediated indirect interactions in an arthropod food web. University of Amsterdam, Amsterdam. (Ph.D.) Thesis. 91p.
- Pallini, A., C.H.C Matos & J.A. Marinho. 2000.** Plantas produzem odores e abrigos para se defenderem. *A Lavoura* 103: 29-31.
- Pemberton, R.W. & C.E. Turner. 1989.** Occurrence of predatory and fungivorous mites in leaf domatia. *Am. J. Bot.*, 76: 105-112.
- Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPherson, J.M. Thompson & A.E. Weis. 1980.** Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.
- Sabelis, M.W. & M.C.M. De Jong. 1988.** Should all plants recruit bodyguards? Conditions for a polymorphic ESS of synomone production in plants. *Oikos* 53: 247-252.
- Sabelis, M.W., M. Van Baalen, F.M. Bakker, J. Bruin, B. Drukker, M. Egas, A.R.M. Janssen, I.K. Lesna, B. Pels, P. Van Rijn & P. Scutareanu. 1999.** The evolution of direct and indirect plant defence against herbivorous arthropods. In: Olf H., V.K. Brown & R.H. Drent (Eds.). *Herbivores: between plants and predators.* Blackwell Science, Oxford, p.109-166.

- Turner, C.E. & R.W. Pemberton. 1989.** Leaf domatia and mites: a plant protection-mutualism hypothesis. In: Bock J.H. & Y.B. Linhart (Eds.). The evolutionary ecology of plants. Westview Press, London, p.341-359.
- Vet, L.E.M. & M. Dicke. 1992.** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 141-172.
- Walter, D.E. 1992.** Leaf structure and the distribution of *Phytoseius* mites (Acarina: Phytosiidae) in south-eastern Australian forests. *Aust. J. Zool.* 40: 593-603.
- Walter, D.E. 1996.** Living on leaves: mites, tomenta, and leaf domatia. *Ann. Rev. Entomol.* 8: 307-344.
- Walter, D.E. & D.J. O'Dowd. 1992.** Leaf morphology and predators: effect of domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* 21: 478-484.
- Walter, D.E. & D.J. O'Dowd. 1995.** Beneath biodiversity: factors influencing the diversity and abundance of canopy mites. *Selbyana* 16: 12-20.
- Whitman, D.W. 1994.** Plant bodyguards: mutualistic interactions between plants and the third trophic level. In: Ananthakrishnan T.N. (Ed.). Functional dynamics of phytophagous insects. Oxford and IBH Publishing, New Delhi, p. 133-159.
- Willson, M.F. 1991.** Foliar shelters for mites in deciduous forests. *Am. Midl. Nat.* 126: 111-117.

**Tabela 1** - Ocupação das domácias/folha em *C. arabica* e *C. canephora*.

	Número Final (Média ± Erro-padrão)		
	Ácaros	Ovos	Exúvia
<i>C. arabica</i>	0,60 ± 0,11Aa	2,5 ± 0,45Ab	1,79 ± 0,32Ab
<i>C. canephora</i>	0,49 ± 0,08Aa	1,4 ± 0,29Bb	2,77 ± 0,32Bc

- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pela ANOVA 5% de probabilidade.

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** - Ocupação das domácias por ácaros em *C. arabica* e *C. canephora*.

	Número Final (Média± Erro-padrão)			
	Tydeidae	Phytoseiidae	Stigmaeidae	Tenuipalpidae
<i>C. arabica</i>	0,27 ± 0,013Aa	0,19 ± 0,011Aab	0,11 ± 0,010Abc	0,03 ± 0,003Bc
<i>C. canephora</i>	0,38 ± 0,020Aa	0,06 ± 0,005Bb	0,00 ± 0,00B	0,02 ± 0,004Bb

- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pela ANOVA 5% de probabilidade.

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** - Análise de covariância da densidade do ácaro *I. zuluagai* x domácias em *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.

Fonte de Variação	GL	DEVIANCE	F	P
Modelo	3	0,52745	26,047	1,083 E-11
Tratamento <sup>1</sup>	1	0,39903	59,115	4,334 E-11
Domácia <sup>2</sup>	1	0,0586	8,682	0,004265
Trat*Dom	1	0,06981	10,342	0,001911
Erro	76	0,513		
Total	79	1,04045		

<sup>1</sup> Tratamento corresponde às variedades de cafeeiro: *C. arabica* ou *C. Canephora*.

<sup>2</sup> Domácia corresponde à densidade de domácias/área foliar.

**Tabela 4** - Análise de covariância da densidade do ácaro *O. ilicis* x domácias em *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.

Fonte de Variação	GL	DEVIANCE	F	P
Modelo	3	0,001531	5,0366	0,003087
Tratamento	1	0,0016	3,7555	0,056349
Domácias	1	0,003128	7,6711	0,007048
Trat*Dom	1	0,001502	3,6833	0,058714
Erro	76	0,030988		
Total	79	0,032519		

<sup>1</sup> Tratamento corresponde às variedades de cafeeiro: *C. arabica* ou *C. Canephora*.

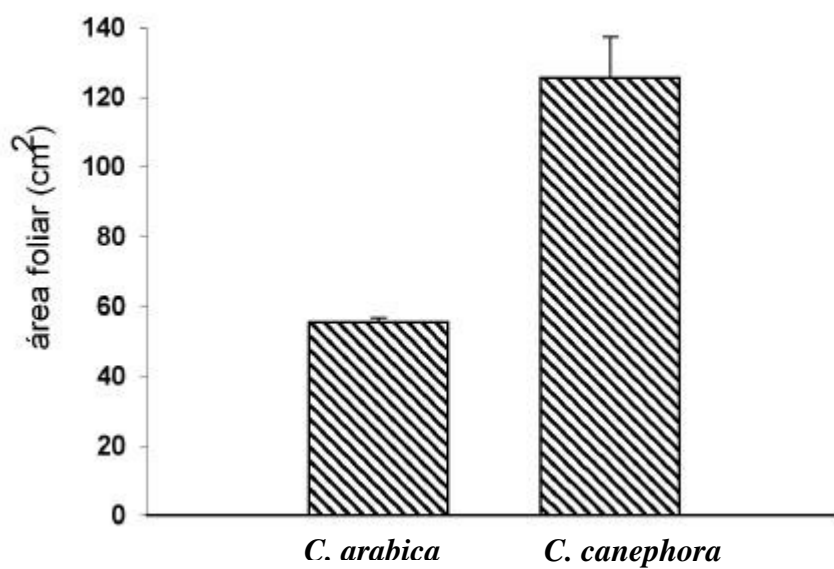
<sup>2</sup> Domácia corresponde à densidade de domácias/área foliar.

**Tabela 5** - Análise de covariância da densidade do ácaro *B. phoenicis* x domácias em *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.

Fonte de Variação	GL	DEVIANCE	F	P
Modelo	3	0,0601	11,311	3,348 E-06
Tratamento	1	0,022445	12,6651	0,0006461
Domácias	1	0,029473	16,6307	0,0001108
Trat*Dom	1	0,0082	4,6359	0,0344826
Erro	76	0,1357		
Total	79	0,1958		

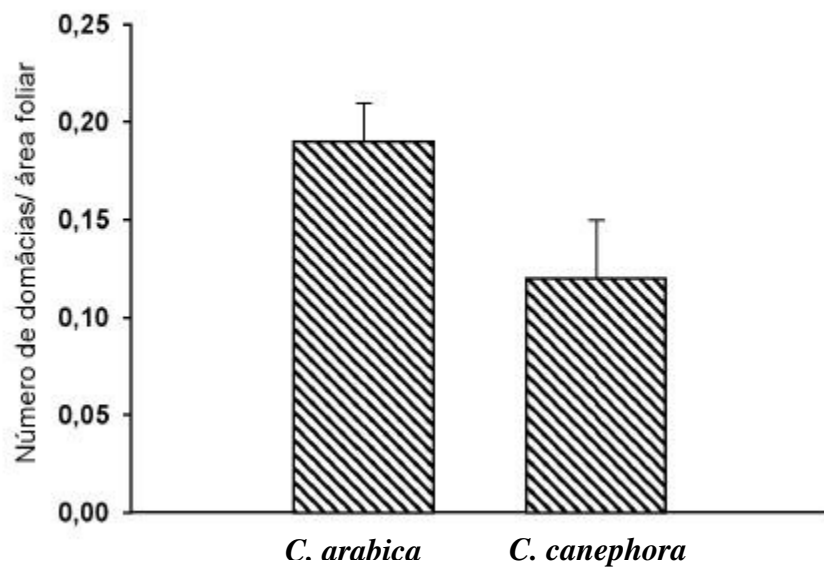
<sup>1</sup> Tratamento corresponde às variedades de cafeeiro: *C. arabica* ou *C. Canephora*.

<sup>2</sup> Domácia corresponde à densidade de domácias/área foliar.

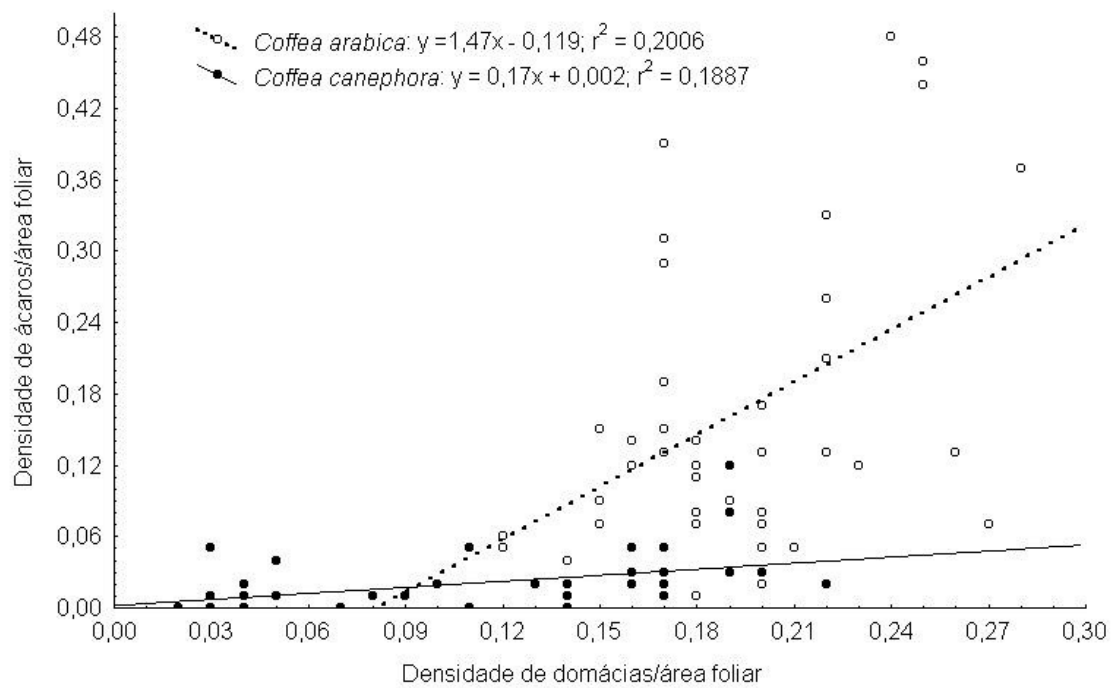


**Figura 1** – Tamanho médio das folhas em cafeeiros. Barras representam média de 40 repetições e linhas verticais representam os erros-padrões das médias ( $F_{(1,78)} = 34,78$ ;  $P = 0,05$ ).

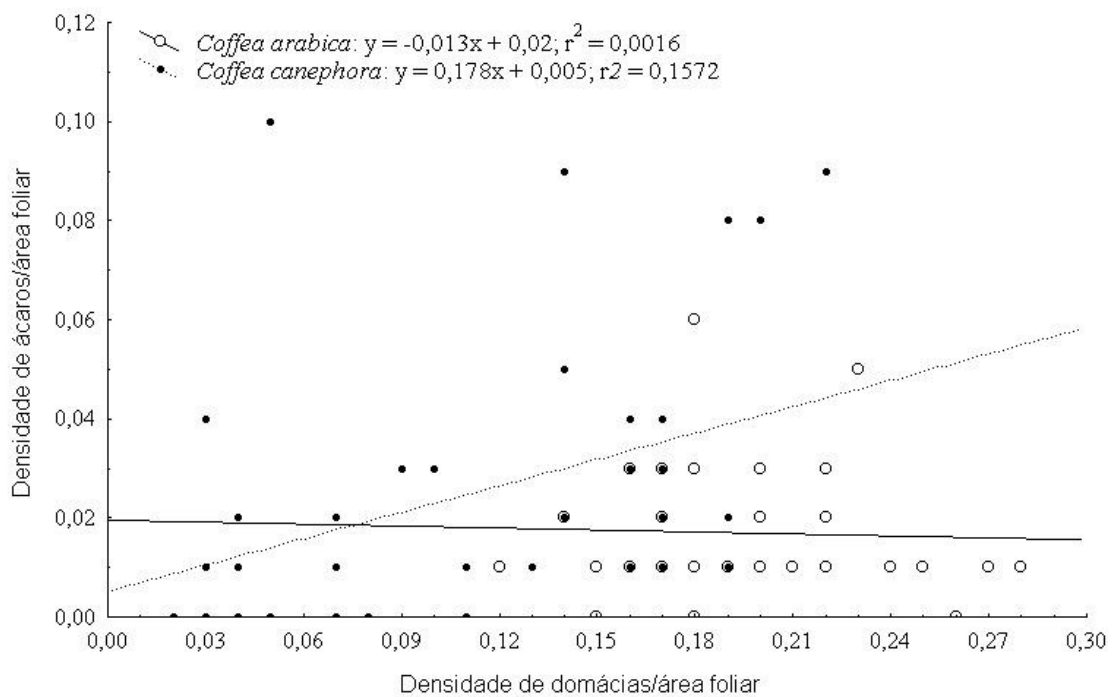




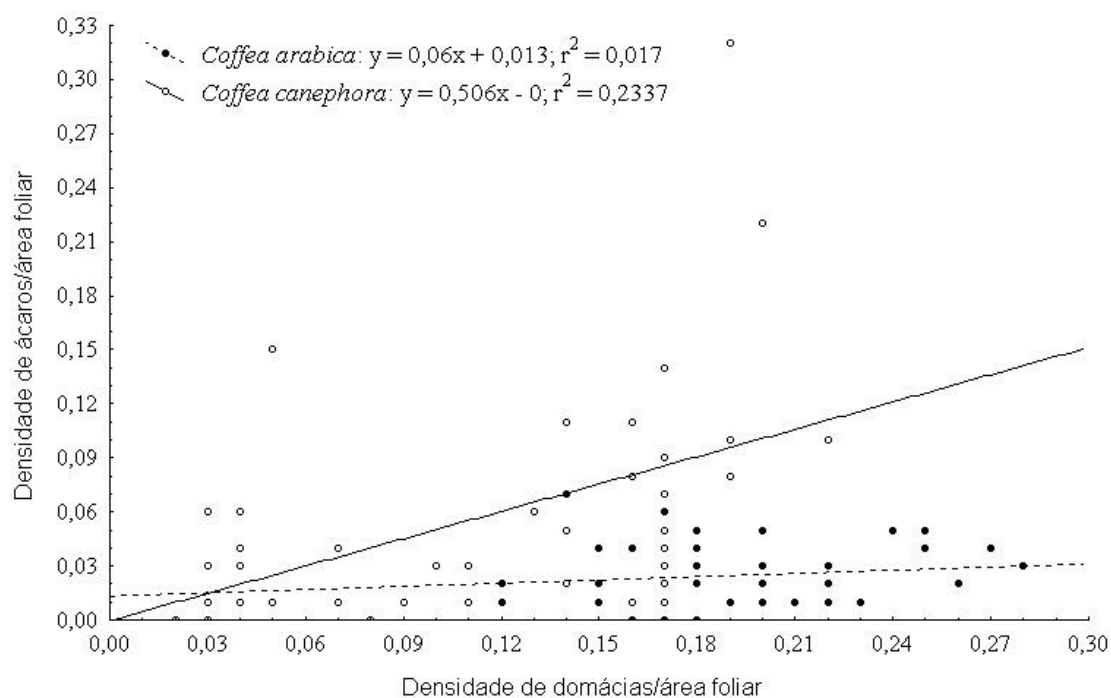
**Figura 2** – Densidade média de domácias em cafeeiros. Barras representam média de 40 repetições e linhas verticais representam os erros-padrões das médias ( $F_{(1,78)} = 44,17$ ;  $P = 0,05$ ).



**Figura 3** – Relação entre a densidade populacional de *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) e a densidade de domácias em cafeeiros. ( $F_{(3,76)} = 26,04$ ;  $P = 0,05$ ).



**Figura 4** – Relação entre a densidade populacional de *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) e a densidade de domácias em cafeeiros ( $F_{(3,76)} = 5,037$ ;  $P=0,05$ ).



**Figura 5** – Relação entre a densidade populacional *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) e a densidade de domácias em cafeeiros ( $F_{(3,76)} = 11,31$ ;  $P=0,05$ ).



**Figura 6** – Aspecto geral de domácias em cafeeiros: (a) *Coffea arabica* var. Catuaí; (b) *Coffea canephora* var. Conilon



**Figura 7** – Ácaro adulto de *I. zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) entrando numa domácia em *Coffea arabica* var. Catuaí

### **Domácias do cafeeiro beneficiam o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Muma & Denmark (Acari: Phytoseiidae)?**

As plantas têm desenvolvido diferentes mecanismos de defesa direta que limitam o ataque por herbívoros (Rosenthal & Berenbaum 1991, Harbone 1993, Mauricio & Rausher 1997). Adicionalmente, elas também se beneficiam da defesa indireta provida pelos predadores e parasitóides, os quais utilizam os herbívoros como presas (Dicke & Sabellis 1988, Marquis & Whelan 1996, Dicke 1998).

As características das plantas que reforçam a visitação dos inimigos naturais dos seus herbívoros às mesmas são enquadradas como defesa biótica e podem influenciar diretamente a sobrevivência, fecundidade e sucesso de forrageamento desses organismos (Cortesero *et al.* 2000).

Muitas plantas apresentam estruturas morfológicas que provêm abrigo e/ou alimento a diferentes espécies de artrópodes predadores, os quais são eficazes no controle de diversas pragas (Walter 1996, Marquis & Whelan 1996, Heil *et al.* 1997, Agrawal *et al.* 2000). Essas estruturas são cruciais na determinação da eficácia desses organismos como agentes de controle biológico, à medida que tornam os herbívoros mais acessíveis aos predadores, podendo desta forma contribuir para o aumento do “fitness” da planta (Marquis & Whelan 1996).

Estudos recentes vêm dando ênfase ao entendimento das interações entre ácaros predadores e domácias (Pemberton & Turner 1989, Agrawal & Karban 1997,

Agrawal 2000, Norton *et al.* 2000). Domácias estão presentes em mais de 2000 espécies de plantas distribuídas em cerca de 300 famílias (Brouwer & Clifford 1990) e são representadas por tufo de pêlos ou cavidades de diferentes tipos (pilosas ou não) localizadas nas junções entre nervuras principais e secundárias, na face abaxial das folhas (Lundstroem 1887). A essas estruturas estão associadas diferentes espécies de ácaros predadores e fungívoros, dos quais muitos são eficientes agentes de controle de ácaros fitófagos que ocasionam danos consideráveis às plantas (Pemberton & Turner 1989, Turner & Pemberton 1989, Rozario 1995, Walter 1996, O'Dowd & Pemberton 1998).

O estudo de domácias tem aberto novas perspectivas para programas de controle biológico, demonstrando uma relação positiva entre a presença dessas estruturas e o aumento das populações de ácaros predadores em diversas plantas (Grostal & O'Dowd 1994, Karban *et al.* 1995, Agrawal 1997, Agrawal 2000), inclusive muitas de importância econômica, como *Coffea* spp. (O'Dowd 1994).

Plantas de café apresentam domácias do tipo cavidade que são utilizadas por diferentes espécies de ácaros predadores, principalmente fitoseídeos, os quais são eficientes agentes de controle de ácaros fitófagos (Kostiainen & Hoy, 1996). Nessas plantas o principal ácaro predador encontrado é *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae), que tem como presa principal *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) - espécie conhecida como ácaro vermelho do café - principal ácaro-praga nessas plantas (Flechtmann 1985). Este predador também se alimenta de presas alternativas, como ácaros Tydeidae comumente encontrados no interior das domácias e na face inferior das folhas (Pallini 1991).

No presente estudo foi investigado o efeito das domácias sobre a sobrevivência de *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae), através da manipulação dessas estruturas em folhas de *Coffea arabica* var. Catuaí, oferecendo ou não sua presa principal



*Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae). As seguintes hipóteses foram testadas: a) Domácias oferecem abrigo a ácaros predadores; b) Ácaros predadores utilizam como fonte alimentar ácaros que habitam as domácias.

## Material e Métodos

**Criação de *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae)** - Ácaros provenientes de plantas de *Coffea arabica* var. Catuaí foram criados em laboratório para manutenção de uma criação estoque, com a finalidade de serem utilizados nos testes de efeitos de domácias.

O método de criação foi uma adaptação de Reis *et al.* (1997) e consistiu de bandejas plásticas (32 x 26,5 x 5,5 cm) contendo arenas feitas de folhas de cafeeiro, as quais foram colocadas com a face inferior voltada para baixo sobre uma camada de algodão hidrófilo com cerca de 4 cm de espessura, umedecido constantemente com água destilada. A água, além de manter a turgescência da folha, serviu de barreira à fuga dos ácaros. Algodão hidrófilo também foi utilizado para recobrir todo o bordo das folhas, evitando assim a fuga dos ácaros para a face da folha que se encontrava voltada para baixo (Fig. 1a).

As folhas de cafeeiro além de servirem de arena também serviram de alimento, uma vez que esses ácaros são exclusivamente herbívoros. A cada sete dias as folhas eram substituídas por outras em melhor estado e os ácaros transferidos com o auxílio de pincel ou pela colocação da antiga folha sobre a arena nova, permitindo assim que os mesmos passassem para a nova folha. Cada bandeja recebeu duas arenas, que foram mantidas em câmara do tipo B.O.D sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 14 horas de fotofase).

**Criação de *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae)** - O método de criação foi o mesmo utilizado para *O. ilicis* sendo que, ao invés de folhas de cafeeiros, as arenas consistiram de retângulos plásticos (15 x 12 cm) de cor preta, uma vez que este ácaro não utiliza a folha da planta para alimentação (Fig. 1b). Em cada arena foram colocados alguns fios de algodão que foram cobertos por uma lamínula de microscopia, com o objetivo de servir de local de abrigo e oviposição.

Baseando-se em metodologia proposta por Reis & Alves (1997), os ácaros foram alimentados com ninfas do ácaro vermelho *O. ilicis*, sua presa principal, ou pólen de mamoneira (*Ricinus communis*), o qual era colocado sobre uma lamínula de microscopia nas arenas e substituído a cada 3 dias devido à sua fácil dessecação (McMurtry & Scriven 1964). O pólen foi coletado conforme metodologia descrita por Komatsu (1988), procedendo-se seu armazenamento em vidros vedados mantidos no refrigerador e renovados mensalmente. A cada 30 dias as arenas eram substituídas devido à contaminação por restos de alimento e fungos, e os ácaros transferidos com o auxílio de pincel, conforme metodologia descrita anteriormente para *O. ilicis*. Cada bandeja recebeu duas arenas, que foram mantidas em câmara do tipo B.O.D sob condições controladas ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 14 horas de fotofase).

#### **Avaliação do efeito das domácias na sobrevivência de *I. zuluagai* (Acari: Phytoseiidae)**

**Procedimentos Gerais** - Para todos os testes foram montadas arenas (conforme metodologia descrita para *O. ilicis*) individualizadas em recipientes plásticos (20 x 15 x 4 cm). Cada arena foi constituída por folhas de *Coffea arabica* var. Catuaí contendo 9 domácias/folha e área de aproximadamente  $12 \times 7 \text{ cm}^2$ , que foram colocadas com a face abaxial voltada para cima, de modo que as domácias ficassem acessíveis aos ácaros (Fig. 2).

*I. zuluagai* - Em todos os testes, para cada tratamento e repetição, foram utilizadas 10 fêmeas adultas acasaladas com idade entre 8 e 10 dias; período em que se inicia a oviposição (Reis *et al.* 1998). Durante as 24 horas que antecederam a realização dos testes, as fêmeas permaneceram sem alimento, de modo que a última alimentação não viesse interferir nas observações obtidas nos testes, ao longo do seu desenvolvimento.

*O. ilicis* - Foram utilizados apenas no teste dois, sendo colocadas 100 ninfas por tratamento, para cada repetição.

**Teste 1: Alimento e abrigo** - Para testar se *I. zuluagai* utiliza as domácias como abrigo e/ou como fonte alimentar foram montadas arenas individualizadas que foram distribuídas em três tratamentos com 4 repetições:

T1) Folha com domácias fechadas (bloqueadas com cola branca).

T2) Folha com domácias abertas contendo no seu interior ovos de ácaros Tydeidae (observação realizada previamente através da análise das domácias sob microscópio estereoscópico) e com cola próxima às domácias.

T3) Folha com domácias abertas vazias (observação realizada previamente através da análise das domácias sob microscópio estereoscópico) e com cola próxima às domácias.

Decorridas 24 horas da montagem das arenas, as fêmeas de *I. zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) foram dispostas nas mesmas, sendo feitas observações a cada 24 horas. Os parâmetros avaliados foram: 1) o número de adultos vivos, incluindo-se aqueles provenientes da progênie das fêmeas colocadas inicialmente 2) local de oviposição e, 3) quantidade de ovos.

**Teste 2: Alimento e abrigo, na presença da presa principal** - Para avaliar o efeito das domácias sobre *I. zuluagai* na presença do ácaro vermelho *O. ilicis*, sua presa principal, foram montadas arenas individualizadas, as quais foram divididas em dois tratamentos com 4 repetições:

T1) Folha com domácias fechadas (bloqueadas com cola branca).

T2) Folha com domácias abertas contendo no seu interior ovos de ácaros Tydeidae (observação realizada previamente através da análise das domácias sob microscópio estereoscópico) e com cola próxima às domácias.

Decorridas 24 horas da montagem das arenas, as ninfas de *O. ilicis* (Acari: Tetranychidae) foram distribuídas nas mesmas onde, após 3 horas, foram colocadas as fêmeas de *I. zuluagai* (Acari: Phytoseiidae).

As observações foram realizadas a cada 24 horas, procedendo-se a análise dos seguintes parâmetros: 1) número de ninfas mortas de *O. ilicis* e 2) número de adultos vivos de *I. zuluagai*, incluindo-se aqueles provenientes da progênie das fêmeas colocadas inicialmente 3) local de oviposição de *I. zuluagai* e, 3) quantidade de ovos.

Considerou-se para o cálculo da densidade de adultos vivos, em ambos os testes, aqueles provenientes da reprodução das fêmeas ao longo do experimento, uma vez que *I. zuluagai* apresenta ciclo de vida de 5 a 6 dias (Reis *et al.* 1998) e os experimentos terem sido conduzidos num período superior a 10 dias, havendo assim tempo suficiente para as fêmeas se reproduzirem e a progênie completar pelo menos uma geração.

No que se refere aos tratamentos representando domácias contendo alimento foram utilizadas folhas cujas domácias apresentavam no seu interior ovos de Tydeidae, já que esses ácaros são comumente encontrados nessas estruturas e servem de alimento para ácaros Phytoseiidae (Pallini 1991).

**Análise dos dados:** Os dados obtidos nos dois testes foram submetidos à análise de covariância. Ambos os testes tiveram como variável resposta a densidade de ácaros adultos, e como variável explicativa a época de amostragem (dias). No teste 1 a covariável foi representada pelos tratamentos: T1 = domácias fechadas; T2 = Domácias abertas + ovos de Tydeidae; e T3 = domácias abertas vazias; enquanto no teste 2 foram representadas pelos tratamentos: T1 = domácias fechadas, e T2 = Domácias abertas + ovos de Tydeidae. Para o teste 1 foi feita ainda análise de contraste entre os tratamentos.

## Resultados

**Teste 1: Alimento e abrigo** – Houve diferença significativa entre os tratamentos: domácias fechadas x domácias abertas vazias ( $F_{1,67} = 6,55$ ;  $P < 0,01$ ), domácias fechadas x domácias abertas + ovos de Tydeidae ( $F_{1,67} = 7,76$ ;  $P < 0,01$ ), domácias abertas vazias x domácias abertas + ovos de Tydeidae ( $F_{1,67} = 41,96$ ;  $P < 0,01$ ).

No que se refere à interação tratamento x época esta foi significativa (Tabela 1). Nas folhas com domácias fechadas (tratamento 1) a densidade dos ácaros adultos apresentou uma tendência decrescente, o que resultou na morte de todos os indivíduos no 19º dia de observação (Fig.3). Nas folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae (tratamento 2) e folhas com domácias abertas vazias (tratamento 3) o número de adultos de *I. zuluagai* foi maior que nas folhas com domácias fechadas, apresentando uma tendência crescente de suas densidades. No entanto, houve uma queda significativa na densidade de ácaros nas folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae, quando comparada às folhas com domácias abertas vazias (Fig.3).

No que se refere à densidade de ovos colocados por *I. zuluagai* ao longo do experimento foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, cujas densidades médias foram maiores nos tratamentos cujas folhas se encontravam com domácias abertas (vazias ou contendo ovos de Tydeidae), seguidos do tratamento com domácias fechadas (Tabela 2).

Em relação ao local de oviposição de *I. zuluagai*, também foram observadas diferenças significativas em cada tratamento. Nas folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae foi observada densidade média de  $2,78 \pm 0,66$  ovos no interior das domácias e  $0,87 \pm 0,44$  na superfície da folha. Nas folhas com domácias abertas vazias *I. zuluagai* também ovipositou predominantemente no interior das domácias ( $2,11 \pm 0,66$ ), colocando apenas  $0,71 \pm 0,37$  ovos na superfície da folha. Nas folhas com

domácias fechadas, ao contrário do que se imaginava, *I. zuluagai* não ovipositou apenas na superfície da folha; os ovos foram colocados predominantemente às margens das folhas em contato com o algodão molhado ( $0,81 \pm 0,30$ ) e apenas  $0,17 \pm 0,10$  na superfície da mesma (Tabela 2).

**Teste 2: Alimento e abrigo, na presença da presa principal** – Não houve diferença nas taxas de consumo de *O. ilicis* por *I. zuluagai* em folhas com domácias fechadas (tratamento 1) e em folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae (tratamento 2), onde, após 24 horas, todas as ninfas haviam sido predadas. Já em relação à interação tratamento x época, esta foi significativa (Tabela 3). Por outro lado, observa-se no tratamento 1 que no 9º dia todos os indivíduos de *I. zuluagai* já se encontram mortos, ao passo que no tratamento 2 houve uma tendência desses ácaros se manterem vivos até o final do experimento (Fig. 4).

No que se refere ao local de oviposição, no tratamento domácias abertas + ovos de Tydeidae, *I. zuluagai* ovipositou predominantemente no interior dessas estruturas ( $3,77 \pm 0,69$ ), sendo encontrados apenas  $1,50 \pm 0,35$  ovos sobre a superfície das folhas. Já nas folhas com domácias fechadas, mais uma vez observou-se uma tendência dos ácaros ovipositarem às margens das folhas em contato com o algodão molhado ( $1,41 \pm 0,28$  ovos), colocando apenas  $0,49 \pm 0,17$  ovos na superfície das folhas (Tabela 4).

## Discussão

Os resultados obtidos demonstram que domácias desempenham um importante papel na manutenção de ácaros predadores, servindo como local de reprodução e/ou alimentação para esses indivíduos. Folhas com domácias fechadas exerceram um efeito negativo nas densidades de *I. zuluagai* onde, no 19º dia não havia nenhum ácaro vivo (Fig. 3); enquanto nas folhas com domácias abertas vazias, e folhas com domácias

abertas + ovos de Tydeidae foram observados ácaros vivos até o final do experimento (Fig. 3).

Nas folhas com domácias abertas vazias houve uma tendência de aumento das densidades de ácaro superior àquela observada nas folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae (Fig. 3). Isso pode ser justificado pelo fato de que as domácias consideradas vazias poderiam conter alimento no seu interior, uma vez que muitas dessas estruturas apresentam uma área interna que se estende em direção à nervura principal, não sendo possível se observar, com os recursos utilizados nesse experimento, toda a extensão interior dessas estruturas sem danificá-las.

Outro aspecto a ser considerado é a possibilidade dessas estruturas disponibilizarem algum tipo de substância em seus tecidos, a qual poderia ser utilizada como alimento pelos ácaros. Este aspecto pode ser reforçado, principalmente se levarmos em consideração os resultados obtidos por Bitancourt (1927) que ao estudar domácias em cafeeiros encontrou diferentes espécies de ácaros predadores associadas a essas estruturas, ressaltando que esses organismos se utilizam dessas estruturas principalmente no momento das mudas e da oviposição. Este autor fez ainda uma análise dos tecidos que revestem o interior das domácias, concluindo que os mesmos apresentam estrutura semelhante à do tecido sacarífero dos nectários, considerando assim que essas estruturas também disponibilizam alimento, onde as larvas ainda muito novas poderiam se alimentar de exudações dos tecidos vizinhos. Desta forma, considerando essas observações, a manutenção de *I. zuluagai* nas folhas com domácias vazias poderia ser explicada pela disponibilidade dessas substâncias como alimento, pois mesmo que alguns ovos de Tydeidae ficassem escondidos dentre as expansões internas das domácias, se compararmos com a quantidade de ovos presentes no tratamento cujas domácias se encontravam preenchidas, estes não seriam suficientes para manter os ácaros vivos até o final do experimento e fazer com que a densidade

destes indivíduos apresentasse uma tendência de crescimento superior àquela encontrada no tratamento cujas domácias se encontravam preenchidas por ovos de Tydeidae.

Assim, os resultados obtidos no tratamento 1 quando comparados aos obtidos nos tratamentos 2 e 3 juntos, nos mostram que a presença de domácias favorece a abundância e manutenção de ácaros predadores na planta por disponibilizar alimento e local de reprodução para os mesmos, justificando assim o fato de plantas com domácias terem mais ácaros predadores do que plantas sem domácias (Pemberon & Turner 1989, Walter & O'Dowd 1992, Grostal & O'Dowd 1994, Walter 1996, Agrawal 2000).

Uma prova adicional de que domácias são preponderantes para a sobrevivência dos ácaros predadores foi obtida quando foram oferecidas a *I. zuluagai* ninfas do ácaro fitófago *O. ilicis* (sua presa principal) em tratamentos com domácias fechadas (tratamento 1) e com domácias abertas + ovos de Tydeidae (tratamento 2) (Fig. 4). Nas folhas com domácias fechadas, mesmo com o fornecimento de sua presa principal, *I. zuluagai* teve sua população dizimada no 9º dia do experimento, fato que contrasta com a manutenção e sobrevivência dos mesmos em folhas com domácias abertas+ovos de Tydeidae (Fig. 4) onde, ao final do experimento, o número médio de ácaros encontrados era de aproximadamente 5,5. A sobrevivência de *I. zuluagai* no tratamento 2 é efeito da presença de domácias, uma vez que, mesmo na ausência de ninfas de *O. ilicis* (em ambos os tratamentos elas foram consumidas nas primeiras 24 horas), indivíduos desse ácaro conseguiram sobreviver até o final do experimento, o que pode ser explicado pela disponibilidade de alimento nessas estruturas.

Pesquisas têm chamado atenção para a importância da disponibilidade de alimento nas plantas como fator de abundância e retenção de predadores nas mesmas, uma vez que isso proporciona uma melhoria na qualidade nutricional destes organismos (Eubanks & Denno 1999, Agrawal 2000).



No que se refere a domácias, estudos têm demonstrado que essas estruturas são realmente utilizadas por ácaros predadores, principalmente no período do ano em que suas presas não se encontram em níveis abundantes na planta (Schicha & O'Dowd 1993, Walter & O'Dowd 1997). Os resultados obtidos no presente estudo reforçam esse fato.

Um fato que deve ser destacado é a utilização dessas estruturas pelos ácaros predadores. Durante as observações, ao longo dos experimentos, nas folhas com domácias abertas a maioria dos indivíduos de *I. zuluagai* era vista dentro dessas estruturas, sendo observado o mesmo no que se refere à localização da maioria dos ovos desses indivíduos (Tabelas 2 e 4). Nas folhas com domácias fechadas, uma vez que essas estruturas se encontravam inacessíveis, era esperado que tanto os ácaros quanto seus ovos se encontrassem dispostos ao longo da superfície da folha. No entanto, muitas fêmeas e ovos eram vistos nas bordas das folhas em contato com o algodão molhado (Tabelas 2 e 4). Sabe-se que ácaros Phytoseiidae são comumente encontrados abrigando-se sob teias de *Corrodentia* (Psocoptera: Psocidae) - inseto comumente encontrado na face inferior das folhas de cafeeiro – onde normalmente se reproduzem, colocando seus ovos sob este abrigo (Pallini 1991). A predominância dos ovos no algodão molhado reforça a importância das domácias como local de oviposição e conseqüentemente de abrigo para os ácaros predadores, uma vez que esses indivíduos, na ausência dessas estruturas (domácias fechadas), tiveram preferência por ovipositar no algodão molhado em busca de melhores condições de abrigo e umidade do que aquelas disponíveis na superfície da folha.

O estudo de domácias não só em cafeeiros, mas também em outras espécies de plantas, vem sendo alvo de diversas pesquisas com o intuito de comprovar as evidências do mutualismo entre plantas e ácaros predadores, sugeridas por Lundstroem há mais de 100 anos. Domácias são estruturas morfológicas produzidas pelas plantas e essa

produção implica em gasto de energia, mesmo que em pequena escala (Agrawal 2000). Pesquisas têm enfatizado a inexistência de uma função fisiológica para essas estruturas mas, por outro lado, existe uma forte associação entre ácaros benéficos e as mesmas (Walter & O'Dowd 1992, Walter 1996). Dessa forma, a manutenção de domácias pela planta, ao longo do processo evolutivo, fortalece a hipótese mutualística entre plantas e ácaros predadores; onde os ácaros se beneficiam do alimento e abrigo proporcionados por essas estruturas, ao passo que as plantas (ao contribuírem para a abundância e manutenção dos mesmos) se utilizam da defesa provida por esses organismos (através da redução do nível de herbívoros nas mesmas).

Os resultados obtidos no presente estudo abrem caminho para a utilização de novas ferramentas em programas de controle biológico. A presença de domácias como fonte de sobrevivência e manutenção de predadores nas plantas, representa a base principal do manejo sustentável de pragas - promover a presença do predador no campo - além de apresentar vantagens do controle natural sobre o controle biológico aplicado, por reduzir os custos com criações de inimigos naturais em laboratório para posteriores liberações periódicas no campo.

## Literatura Citada

- Agrawal, A.A. 1997.** Do leaf domatia mediate a plant-mite mutualism ? An experimental test of the effects on predators and herbivores. *Ecol. Entomol.*, 22: 371-376.
- Agrawal, A.A. 2000.** Mechanisms, ecological consequences and agricultural implications of tri-trophic interactions. *Current Opinion Plant Biology* 3: 329-335.
- Agrawal, A.A. & R. Karban. 1997.** Domatia mediate plant-arthropod mutualism. *Nature* 387: 562-563.
- Agrawal, A.A., R. Karban & R. Colfer. 2000.** How leaf domatia and induced plant resistance affect herbivores, natural enemies and plant performance. *Oikos* 89: 70-80.
- Bitancourt, A. 1927.** A acarofilia do cafeeiro e seu papel eventual na defesa da planta contra os fungos parasitos. *Bol. Biol.* 10:25-47.
- Brouwer, Y.M. & H.T. Clifford. 1990.** An annotated list of domatia-bearing species. Notes from the Jodrell Laboratory, Royal Bot. Gardens, Kew 12: 1-33.
- Cortesero, M.A., J.O. Stapel & W.J. Lewis. 2000.** Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. *Biol. Control* 17: 35-49.
- Crawley, M.J. 1993.** *Methods in ecology: Glim for ecologists.* Oxford: Blackweel Scientific. 379p.
- Eubanks, M.D. & R.F. Denno. 1999.** The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insects. *Ecology* 80: 1253-1266.
- Grostal, P. & D.J. O'Dowd. 1994.** Plants, mites and mutualism: leaf domatia and the abundance and reproduction of mites on *Viburnum tinus* (Caprifoliacea). *Oecologia* 97: 308-315.

- Harborne, J.B. 1993.** Introduction to ecological biochemistry. Academic Press, London.
- Heil, M., B. Fiala, K.E. Linsenmair, G. Zotz, P. Menke & U. Maschwitz. 1997.** Food body production in *Macaranga triloba* (Euphorbiaceae): a plant investment in ant-herbivore defense via symbiotic ant partners. *J. Ecol.* 85: 847-861.
- Karban, R., G. Englishloeb, M.A. Walker & J. Thaler. 1995.** Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species-Effects of leaf hairs, domatia, prey abundance, and plant phylogeny. *Exp. Appl. Acar.*, 19: 189-197.
- Komatsu, S.S. 1988.** Aspectos bioetológicos de *Euseius concordis* (Chant, 1959) (Acari: Phytoseiidae) e seletividade dos acaricidas convencionais nos citros. Tese de Mestrado, ESALQ/USP, 117p.
- Kostiainen, T. and M. A. Hoy. 1996.** The Phytoseiidae as Biological Control Agents of Pest Mites and Insects: A Bibliography [1960-1994]. Univ. Florida, Inst. Food and Agric. Sci. Monograph 17, 360 pp.
- Lundstroem, A.N. 1887.** Pflanzenbiologische studien II. Die Anpassungen der Pflanzenan Thiere. Domatienführende Pflanzen. In: Mariani, M.J., Les Caféiers. p.1-88.
- Marquis, R.J. & Whelan, C. 1996.** Plant morphology and recruitment of third trophic level: subtle and little-recognized defenses? *Oikos* 75:330-334.
- Mauricio, R. & M.D. Rusher. 1997.** Experimental manipulation of putative selective agents provides evidence for the role of natural enemies in the evolution of plant defense. *Evolution* 51: 1435-1444.
- McMurtry, J.A. & G.T. Scriven. 1964.** Studies on the feeding, reproduction, and development of *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. *Ann. Ent. Soc. Am.* 57: 649-655.

- Norton, A.P., G. English-Loeb, D.M. Gadoury & R.C. Seem. 2000.** Mycophagous mite and foliar pathogens: leaf domatia mediate tritrophic interactions in grapes. *Ecology* 81: 490-499.
- O'Dowd, D.J. 1994.** Mite association with the leaf domatia of coffee (*Coffea arabica*) in North Queensland, Australia. *Bull. Ent. Res.* 84: 361-366.
- O'Dowd, D.J. & R.W. Pemberton, 1998.** Leaf domatia and foliar mite abundance in broadleaf deciduous forest of north Asia. *Am. J. Bot.* 85: 70-78.
- Pallini Filho, A. 1991.** Acarofauna e predação de ácaros fitófagos por ácaros predadores em cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no sul de Minas Gerais. Tese de Mestrado, ESAL, 91p.
- Pemberton, R.W. & C.E. Turner. 1989.** Occurrence of predatory and fungivorous mites in leaf domatia. *Am. J. Bot.*, 76: 105-112.
- Reis, P.R. & E.B. Alves. 1997.** Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. *An. Soc. Entomol. Brasil* 26: 565-568.
- Reis, P.R., E.B. Alves & E.O. Souza. 1997.** Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). *Cienc. Agrotec.* 21: 260-266.
- Reis, P.R. & L.V. Chiaveco & E.B. Alves. 1998.** Biologia de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 27: 185-191.
- Rosenthal, G.A. & M. Berenbaum. 1991.** Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites. Vol.1: The chemical participants, 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press, San Diego.
- Rozario, S.A. 1995.** Association between mites and leaf domatia - Evidence from Bangladesh, South-Asia. *J. Trop. Ecol.*, 11: 99-108.

- Schicha, E. & D.J. O'Dowd. 1993.** New Australian species of Phytoseiidae (Acarina) from leaf domatia. *J. Aust. Ent. Soc.* 32: 297-305.
- Turner, C.E. & R.W. Pemberton. 1989.** Leaf domatia and mites: a plant protection-mutualism hypothesis. In: Bock J.H. & Y.B. Linhart (Eds.). *The evolutionary ecology of plants.* Westview Press, London, p.341-359.
- Walter, D.E. 1996.** Living on leaves: mites, tomenta, and leaf domatia. *Ann. Rev. Entomol.* 8: 307-344.
- Walter, D.E. & D.J. O'Dowd. 1992.** Leaf morphology and predators: effect of domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* 21: 478-484.
- Walter, D.E. & D.J. O'Dowd. 1997.** The good, the bad, and the ugly: which really inhabit domatia? In: Needham, G.R, R.D. Mitchell, D.J. Horn & W.C. Welbourn (eds.), *Acarology IX: Symposia.* Ohio Biological Survey, Columbus.

(A)



(B)



**Figura 1** – Aspecto geral das arenas de criação de (A) *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) e (B) *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae)



**Figura 2** – Aspecto geral das arenas utilizadas nos testes para cada tratamento.

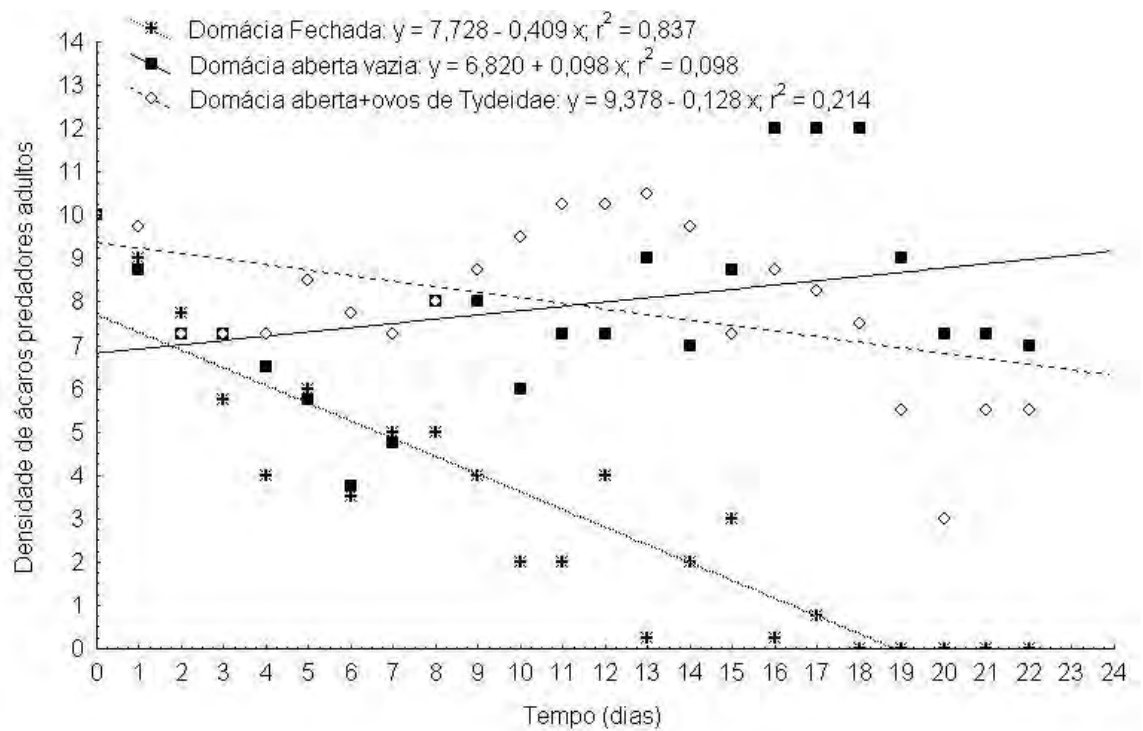


**Tabela 1.** Análise de covariância da densidade do ácaro *I. zuluagai* x época de amostragem em folhas com domácias fechadas, abertas+ovos de Tydeidae, e abertas vazias.

Fonte de Variação	GL	DEVIANCE	F	P
Modelo	5	535,4	36,68	2,2 E-16
Tratamento	2	339,7	58,18774	4,851 E-15
Época	1	64,9	22,23364	1,3806 E-05
Trat*Ep	2	130,8	22,40493	4,47182 E-08
Erro	63	183,9		
Total	68	719,32		

<sup>1</sup> Tratamento corresponde a folhas com domácias fechadas, folhas com domácias abertas+ovos de Tydeidae, folhas com domácias vazias

<sup>2</sup> Época corresponde ao período de amostragem (dias)



**Figura 3** - Sobrevivência de fêmeas adultas de *I. zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) em folhas com domácias fechadas, domácias abertas + ovos de Tydeidae, e domácias vazias ( $F_{(5,63)}=36,68$ ;  $P \leq 0,001$ ).

**Tabela 2** – Local de oviposição de *I. zuluagai* em folhas com domácias fechadas, folhas com domácias abertas+ovos de Tydeidae e folhas com domácias abertas vazias.

	Número Final (Média± Erro-padrão)			
	Total	Superfície da folha	Interior das domácias	Margem do algodão
Domácias fechadas	0,99 ± 0,29A	0,17 ± 0,10a	-	0,81 ± 0,30b
Domácias abertas + ovos de Tydeidae	3,65 ± 0,72B	0,87 ± 0,44a	2,78 ± 0,66b	-
Domácias abertas vazias	2,83 ± 0,48B	0,71± 0,37a	2,11± 0,48b	

- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pela ANOVA 5% de probabilidade.

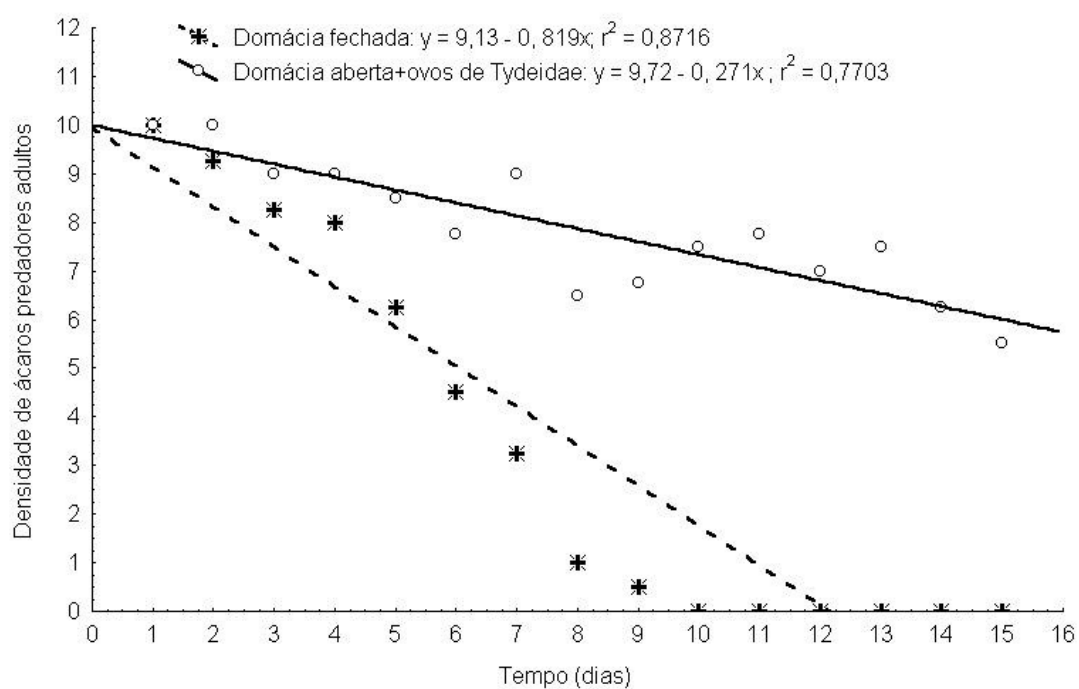
- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** - Análise de covariância da densidade do ácaro *I. zuluagai* x época de amostragem em folhas com domácias fechadas, e folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae.

Fonte de Variação	GL	DEVIANCE	F	P
Modelo	3	357,15	92,226	5,565 E-14
Tratamento	1	149,6	115,917	4,457 E-11
Época	1	164,76	127,633	1,577 E-11
Trat*Ep	1	42,76	33,56	5,565 E-14
Erro	26	33,56		
Total	29	390,71		

<sup>1</sup> Tratamento corresponde a folhas com domácias fechadas, e folhas com domácias abertas+ovos de Tydeidae

<sup>2</sup> Época corresponde ao período de amostragem (dias)



**Figura 4** - Sobrevivência de fêmeas adultas de *I. zuluagai* (Acari: Phytoseiidae), quando oferecidas ninfas de *O. ilicis* (Acari: Tetranychidae) como presas, em folhas com domácias fechadas, e em folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae ( $F_{(3,26)} = 92,23$ ;  $P \leq 0,001$ ).

**Tabela 4** - Local de oviposição de *I. zuluagai* em folhas com domácias fechadas e folhas com domácias abertas + ovos de Tydeidae, quando oferecidas ninfas de *O. ilicis*.

	Número Final (Média± Erro-padrão)			
	Total	Superfície da folha	Interior das domácias	Margem do algodão
Domácias fechadas	1,90 ± 0,30A	0,49 ± 0,17a	-	1,41 ± 0,28b
Domácias abertas + ovos de Tydeidae	5,27 ± 0,46B	1,50 ± 0,35a	3,77 ± 0,69b	-

- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem pela ANOVA 5% de probabilidade.

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

---

## Conclusões Gerais

- > Plantas de cafeeiros com grande quantidade de domácias apresentam maiores densidades de ácaros predadores do que plantas com poucas ou sem domácias.
- > *Coffea arabica* é mais favorável ao desenvolvimento do ácaro predador *I. zuluagai* do que *Coffea canephora*, por apresentar domácias que possibilitam melhores condições de abrigo e reprodução a esse predador.
- > A presença de domácias em cafeeiros é fator de sobrevivência e manutenção das populações de ácaros predadores nessas plantas, por lhes prover abrigo, local de oviposição e fonte alimentar para períodos de escassez de presas.
- > A presença de domácias, como fonte de sobrevivência e manutenção de predadores nas plantas, representa a base principal do conceito de controle sustentável de pragas, por promover a presença do predador no campo.
- > As domácias de *C. arabica* exercem efeito negativo indireto sobre as populações dos ácaros fitófagos *B. phoenicis* e *O. ilicis*.