

DANY SILVIO SOUZA LEITE AMARAL

ESTRATÉGIAS DE MANEJO ECOLÓGICO DE PRAGAS NA  
CAFEICULTURA ORGÂNICA

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  
2003

*Afirmo que a única finalidade da ciência é aliviar a miséria da existência humana.*

**Bertold Brech.** Dramaturgo.

*Parece que as utopias se foram. Ciência e cientistas já não sabem mais falar de esperanças. Só lhes resta mergulhar nos detalhes do projeto de pesquisa, financiamentos, organização – porque as visões que despertam o amor e os símbolos que fazem sonhar desaparecerem no ar... Claro que não foi [ou é] sempre assim. Houve tempo em que o cientista era ser alado, imaginação selvagem, que explicava às crianças e aos jovens os gestos de suas mãos e os movimentos do seu pensamento, apontando para um novo mundo que se anunciava no horizonte. Terra sem males, a natureza a serviço dos homens, o fim da dor, a expansão da compreensão, o domínio da justiça... Realização do profeta Isaías, de harmonia entre **bichos**, coisas e pessoas.*

**Rubem Alves** – Trecho do livro “Estórias de quem gosta de ensinar” [os destaques são meus].

*Que a universidade se pinte de negro, de mulato, de operário e de camponês.*

**Ernesto “Che” Guevara** [Frase extraída da Agenda das EFA’s – 2003].

## Dedicatória

A **Deus**, que encontra sua melhor expressão em cada um de nós. “*Quem recebe a vocês recebe a mim; e quem me recebe, recebe aquele que me enviou*” (Mt 10, 40).

Aos meus pais, **Carlos e Maria Helena**, que além dos genes, doaram sua vida e seu amor ao me conceber e criar. Em especial, dedico a minha mãe que “*nasceu*” de novo e proporcionou a nós todos crescer à sua presença.

A **Maricarmem**, muito obrigado pelo cuidado, carinho e compreensão, enfim nossa comum-união. Dedico esta tese à insana expressão *matemática* que enfim vivemos, onde  $1+1$  (eu e você) é igual a um único amor.

Ao seu **Silvio Leite**, meu Avô com Vô maiúsculo, pela possibilidade que me deu de conhecer a terra, as plantas, a vida e a natureza das coisas.

Aos singulares **amigos**, de Barbacena e de Viçosa, que fazem e refazem minha história através de infinitas conversas e paradoxais filosofias.

A Charles **Darwin**, Stephen Jay **Gould**, Oliver Sacks, **Nietzsche**, **Leonardo Boff**, Frei **Betto**, Ruben **Alves**, dentre outros, que através de seus livros e idéias me ajudaram a entender e respeitar melhor o mundo.

A **todos trabalhadores e trabalhadoras rurais**, que constroem este país com suor, sangue e sentimento, desejo que todos encontrem solo fértil e água viva para realizar seus sonhos e lutas.

## AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realização do curso e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Angelo Pallini, pela confiança (que se estende desde a BAN 160), paciência, apoio e orientações nas desorientações do dia-a-dia; à Madelaine, pela orientação, competência e amizade, sem as quais não teria feito com tanto empenho esta tese, ao Bruno, pelos “gu-gus das-das”, que animaram a volta do experimento de Heliadora.

Ao Og DeSouza, pelos conselhos e a iniciação no pensamento científico de maneira tão brilhante e estimulante; ao Ronaldo, pela ajuda e disponibilidade na análise estatística e nos detalhes da tese.

À EPAMIG, pela oportunidade de desenvolver meus experimentos e pela a amizade de funcionários e dos pesquisadores. Em especial, ao Dr. Paulo Lima, pela dedicação, coragem e profissionalismo no desenvolvimento da cafeicultura orgânica; à Dra. Cleide, pelo entusiasmo em pesquisar e organizar, ao técnico Paulo “Salame”, pela ajuda na implantação dos experimentos; ao seu José “Buzina” Lopes, pela alegria e disponibilidade nas viagens a Heliadora.

Aos trabalhadores rurais Reginaldo, Frozino (“Deputado”), Defonso, Bugão, seu João, que ao vender suas forças-de-trabalho foram peças fundamentais na implantação e condução do experimento em Heliadora. À dona Fia (Bárbara), que pelas suas conversas e refeições foi muito importante à nossa estadia em Heliadora.

Ao Celso (o Chará), Cristina (Olívia) e Lorivaldo (Gordinho) pela acolhida na fazenda Serra das Águas e na cidade, depois das grandes jornadas de Viçosa a Heliadora.

Ao CTA, pelo fornecimento do biofertilizante “supermagro” e pela luta diária por um mundo sustentável e solidário.

Ao professor Gilberto, pelo fornecimento da calda sulfocálcica.

À dona Paula, secretária da Pós-graduação em Entomologia, pela seriedade e serenidade contagiante, que a todos ajuda com carinho e atenção.

Aos funcionários Francisco Ribeiro e José Evaristo Lopes (casamenteiro) pela convivência e alegria no dia-a-dia do Departamento.

À Maria, pela dedicação aos experimentos, sem você muito do que aqui está não seria possível.

À Cláudia e Romero, pela verdadeira amizade que foi além das paredes do Laboratório.

Aos companheiros do grupo Tucum/MIRE Kalma, Fredson (além da Marden e da Juliana), Marta, Goreti, Júlio, Maíra, Airton, Valerinha, Kiko, pelo convívio e pela reflexão da vida. Na partilha de nossas reuniões, partilhamos nossas vidas na construção de outro mundo possível.

Aos sobrinhos do coração Caio e Carlos Henrique, pela oportunidade de deixar brincar a criança eterna que habita em mim.

A todos do mandato do Deputado Padre João, que fizeram parte do “início do fim” desta tese e me deram mais forças em continuar lutando.

Ao pessoal do Sindicato, Edna, Geni, Zé Geraldo, Dudu, Dodô, Márcio, pela oportunidade de estar junto das dores e alegrias dos trabalhadores rurais e pela escola da vida que todos constroem com suas ações.

Aos amigos Zé Roberto, Zé Mauro, Marco Aurélio e Toninho, que sempre foram os irmãos que não tive e contribuíram muito por esta tese.

À Raquel (*in memoriam*), por ter ensinado a todos que a dor e a luta engrandecem a alma.

Enfim, a todos que direta e indiretamente *conceberam, gestaram e sentiram as dores do parto* desta tese.

## **BIOGRAFIA**

DANY SILVIO SOUZA LEITE AMARAL, filho de Carlos Soares do Amaral e Maria Helena de Souza Leite, nasceu em Barbacena – MG, no dia 19 de junho de 1976.

Em 1991, iniciou o curso de Técnico em Agropecuária, na Escola Agrotécnica Federal de Barbacena (MG), concluindo-o em dezembro de 1993.

Em 1996, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (MG), concluindo-o em agosto de 2001. Durante o curso, foi monitor na disciplina de Entomologia Geral (BAN 160) e participou do programa de Extensão, no projeto de diagnóstico fitossanitário na cultura da pimenta. Também, exerceu trabalhos de assessoria junto aos trabalhadores rurais pelo Sindicato dos Trabalhadores e Empregados Rurais de Barbacena e Região.

Em agosto de 2001, iniciou o curso de mestrado em Entomologia na Universidade Federal de Viçosa. Submeteu-se à defesa de tese em 31 de julho de 2003.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
Introdução Geral .....	1
Literatura citada .....	5
<b>Diversidade de vegetação como estratégia do manejo ecológico de pragas do cafeeiro.</b>	
Introdução .....	7
Resultado .....	15
Discussão .....	17
Literatura Citada .....	30
<b>Utilização de caldas fitoprotetoras e biofertilizante no manejo ecológico de pragas do cafeeiro.</b>	
Introdução .....	34
Resultado .....	43
Discussão .....	48
Literatura Citada .....	57
<b>Conclusões Gerais .....</b>	<b>61</b>

## RESUMO

**AMARAL, Dany Silvio Souza Leite, M.S.**, Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003. **Estratégias de Manejo Ecológico de Pragas na cafeicultura orgânica.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Conselheiros: Madelaine Venzon e Og Francisco Fonseca de Souza.

A produção de café orgânico vem crescendo no Brasil, como reflexo de um mercado mais exigente por tipos especiais de café. O manejo adequado dos herbívoros tem sido um desafio à cafeicultura orgânica, de forma que possa garantir a produção utilizando métodos sustentáveis de controle. Então, surge à necessidade de um manejo ecológico de pragas (MEP), que busque manipular os agroecossistemas de forma compatível com a natureza, preocupando-se com os processos e interações ecológicas que promovam fatores naturais de regulação das populações de herbívoros. O MEP tem como estratégia principal o aumento da diversidade funcional como forma de manejo ambiental, no intuito de alcançar a estabilidade do agroecossistema e como estratégias complementares à utilização, além de outros produtos, biofertilizantes e caldas fitoprotetoras. No capítulo I através da manipulação de leguminosas no cultivo de café (*Coffea arabica* L.) avaliou-se o efeito do aumento da diversidade de espécies de plantas e do aumento da complexidade de arquitetura de plantas sobre a população de bichomineiro (*Leucoptera coffeella* (Guér-Mènev.), Lepidoptera: Lyonetiidae) e de ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis*, Acari: Tetranychida), além de efeitos sobre a população e ação de inimigos naturais. Os sistemas de diversidade de vegetação foram compostos através do plantio de leguminosas, em sistema parcialmente sombreado (com banana) e não sombreado (com guandu), onde se realizou um experimento com o aumento da diversidade de plantas. Em outro experimento onde se trabalhou a alteração da complexidade da vegetação avaliou-se a variação da altura das leguminosas sobre os artrópodos. Nos dois experimentos avaliou-se duas hipóteses relacionadas com o manejo de ecológico de pragas: (i) *concentração de recursos* e (ii) *inimigos naturais*. Assim, avaliaram-se folhas com minas de *L. coffeella*, quantidade de minas por folhas, proporção de minas predadas e parasitadas; e número total de *O. ilicis*, ácaros predadores da família Phytoseidade e ácaros da Família Tydeidae. O aumento da altura das leguminosas aumentou o ataque de *L. coffeella*. O aumento da diversidade de plantas

diminuiu a predação em sistemas parcialmente sombreados e aumentou em sistemas não sombreados. Os resultados indicam que o manejo da diversidade influencia o controle de pragas, no entanto deve-se determinar quais espécies de leguminosas mais adaptadas ao sistema do cafeeiro e que forneça condições para o desenvolvimento e atuação dos inimigos naturais. No capítulo II, foram conduzidos experimentos para verificar a ação da calda Viçosa (CV), da calda sulfocálcica (CS) e do “supermagro” (SM) sobre duas pragas chave do café: bicho-mineiro *L. coffeella* e ácaro vermelho *O. ilicis*; além da determinação da ação sobre o ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). Testou-se ação dos caldas fitoprotetoras e biofertilizante “supermagro”, através da avaliação dos seguintes efeitos: (1) efeito de repelência; (2) efeito de mortalidade; (3) efeito na biologia dos artrópodes. No teste de repelência adultos de *L. coffeella* foram expostos a plantas tratadas com SM, ou com CV, ou com CS e a plantas controle (água) e avaliou-se a percentagem de ovos depositados nas folhas; no teste com *O. ilicis* e *I. zuluagai*, foram conduzidos testes com chance de escolha em discos de folhas de café com uma metade do disco tratado com SM, ou com CV, ou CS, enquanto na outra metade foi aplicada água (controle). No teste de efeito de mortalidade avaliou-se o efeito de mortalidade dos produtos alternativos sobre ovos de *L. coffeella* e *O. ilicis*, além do efeito sobre fêmeas adultas do ácaro predador *I. zuluagai*. No teste do ciclo biológico, plantas de café tratadas, por dois meses, com SM, ou com CV e com CS foram oferecidas a *L. coffeella* e *O. ilicis*, assim avaliou-se o tempo médio para completar o ciclo ovo-adulto, além da taxa de oviposição de *O. ilicis*. A calda sulfocálcica, mesmo tendo controlado os herbívoros, não foi seletiva ao ácaro predador, o que pode limitar sua utilização no MEP. O biofertilizante “supermagro” e a calda Viçosa apresentaram resultados positivos no controle de pragas e seletividade ao ácaro predador, no entanto maiores estudos são necessários para determinar os mecanismos envolvidos no controle e sua ação sobre outros inimigos naturais.

## ABSTRACT

**AMARAL, Dany Silvio Souza Leite, M.S.**, Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **Strategies of Ecological Pest Management in the organic coffee.** Adviser: Angelo Pallini Filho. Committee Members: Madelaine Venzon and Og Francisco Fonseca de Souza.

The production of organic coffee has been growing in Brazil due to a more demanding market for special types of coffee. The appropriate handling of herbivores has been a challenge to the growth of organic coffee when it comes to the employment of sustainable methods of control. Therefore, the need of an Ecological Pest Management comes up, one that looks to manipulating the agroecosystems in an eco-friendly way observing both the processes and ecological interactions which will favor the natural factors supposed to control the herbivorous population. The main strategy of the main strategy of Ecological Pest Management (EPM) is the increase of functional diversity as an environmental handling in order to achieve a balance in the agroecosystems, and as supplementary strategies the employment of biofertilizers, alternative syrups, among other products. Chapter I assesses the impact of the increase of the diversity of plants and also the increase of the complexity of plants make-up on the population coffee leaf-miner (*Leucoptera coffeella* (Guér-Mènev.), Lepidoptera: Lyonetiidae) and coffee red mite (*Oligonychus ilicis*, Acari: Tetranychida), the effects on the population of natural enemies were also assessed. The systems of vegetation diversity increased were formed by planting leguminous, in partially shaded system and non-shaded. Another experiment which involved the alteration of the complexity of the vegetation we observed a variation in the height of the leguminous over the arthropods. We analyzed in both experiments the following hypothesis as to the ecological pest management: (i) *concentration of resources* and (ii) *natural enemies*. We analyzed leaves mines of *L. coffeella*, quantity of mines per leaves, proportion of both preyed and parasite-infected leaves; and the total of *O. ilicis*, predator acari of the Phytoseididae family and also of the Tydeidae family. The increase in the height of the leguminous increased the attack of *L. coffeella*. The increase in plants diversity diminished predatory activities in systems partially shaded and increased them in systems non-shaded. The

results show that diversity management influences on pests control. However, We should determine which species of leguminous are most adaptable to the coffee system. Chapter II addresses the experiments performed to check the impact of “calda Viçosa” (CV), “calda sulfocálcica” (CS) and biofertilizer “supermagro” (SM) on two leading coffee pests: coffee leaf-miner *Leucoptera coffeella* (Guér-Mènev.), (Lepidoptera: Lyonetiidae) and coffee red mite *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae); besides determining the impact on predator mite *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae). We also tested the effectiveness of alternative syrups and biofertilizer “supermagro” by assessing the following effects: (1) repellent effect, (2) mortality effect, (3) biological effect. The repellent test for adult *L. coffeella* involved its exposition to plants treated with SM, CV, CS and to control plants (water) and assessed the percentage of eggs laid on the leaves. The tests for *O. ilicis* e *I. zuluagai* involved the coffee leaves with its half treated with SM, CV, CS, while to the other half we applied control water. The mortality test assessed the effectiveness of mortality of alternative products on *L. coffeella* eggs and *O. ilicis* eggs, besides checking its effects on *I. zuluagai* adult females. The biological cycle test involved the exposition of coffee plants treated for two months with SM, or with CV and with CS to *L. coffeella* and *O. ilicis*, thus, assessing the average amount of time required to complete the cycle, besides the egg-laying rate of *O. ilicis*. Although the CS was effective when it comes to controlling the herbivores, it was not selective to predator acari which may limit its employment in EPM. The biofertilizer “supermagro” and “calda Viçosa” both presented positive results in controlling pests and also selectiveness towards predator acari, further experiment, however, are necessary in order to determine the mechanism involved in controlling and also its effect on other natural enemies.

## Introdução Geral

A produção de café orgânico vem crescendo expressivamente no Brasil, como reflexo de um mercado mais exigente por tipos especiais de café (Teodoro & Caixeta, 1999; Pedini, 2000; Lima *et al.* 2002). Adicionalmente, associado com o surgimento de sistemas orgânicos de produção, está a intensa preocupação ambiental e social. Os impactos negativos relacionados com a grande utilização de implementos agrícolas, de insumos (fertilizantes artificiais, corretivos, sementes) e de produtos químicos (pesticidas, hormônios etc.) têm estimulado o desenvolvimento de um manejo sustentável dos agroecossistemas (Matson *et al.*, 1997; Reijntjes *et al.*, 1999).

Entretanto, a condução de sistemas orgânicos de café vai além da utilização de matéria orgânica como substitutivo aos adubos químicos (Altieri, 2002). A proposta dos sistemas orgânicos tem como objetivo o manejo do ambiente de forma sustentável, através de técnicas que conservem o solo, a diversidade, a fertilidade, os recursos hídricos, a reciclagem de nutrientes e os agentes de controle biológico.

Devido ao fato do cafeeiro possuir uma alta incidência de herbívoros (Reis *et al.*, 1984), o desafio à cafeicultura orgânica é manejar adequadamente o surto populacional desses herbívoros. Em sistemas convencionais já vem sendo empregado o manejo integrado de pragas (MIP), o qual utiliza diversos métodos de controle, baseados em estudos ecológicos prévios dos agroecossistema. Deste modo se determina a necessidade de realizar o controle através da indicação de níveis de danos e surtos populacionais dos herbívoros (Kogan, 1998). Desta forma, o MIP incorpora várias táticas diferentes de controle associando estratégias naturais com o manejo de agrotóxicos (Altieri, 2002).

Porém, em cultivos orgânicos, onde o uso de métodos de controle químico não é permitido, há a necessidade de um maior entendimento das interações existentes entre os herbívoros e seus inimigos naturais a fim de realizar o manejo no sistema, utilizando-se estratégias alternativas para o controle dos herbívoros.

Então, surge a necessidade de um manejo ecológico de pragas (MEP), que manipule os agroecossistemas de forma compatível com os recursos naturais, preocupando-se com os processos e interações ecológicas que promovam fatores naturais de regulação das populações de herbívoros (Venzon *et al.*, 2001), através da resistência da planta, do aumento do controle biológico, da utilização de métodos alternativos de controle de pragas. O MEP tem como estratégia principal o aumento da diversidade funcional como forma de manejo ambiental, no intuito de alcançar a estabilidade do agroecossistema. Desta forma, busca-se estratégias de controle biológico conservativo que emprega a modificação ambiental para proteger e aumentar a população de inimigos naturais (Barbosa, 1998). Como estratégias complementares no MEP utiliza-se o controle biológico aplicado, feromônios, extratos e hormônios naturais, biofertilizantes e caldas fitoprotetoras (Primavesi, 1990; Venzon *et al.* 2001).

A manipulação e manutenção de diversidade dos agroecossistemas influenciam direta e indiretamente a redução populacional de herbívoros (Barbosa, 1998; Altieri, 1999; Landis *et al.*, 2000; Venzon *et al.* 2001). O efeito da diversidade de plantas no controle de insetos fitófagos é explicado por duas hipóteses: (i) *concentração de recursos*, esclarece que os herbívoros especialistas têm menor facilidade de encontrar e colonizar sistemas complexos (Root, 1973 e Andow, 1991) (ii) *hipótese dos inimigos naturais*, propõe que abundância de inimigos naturais generalistas e especialistas deve ser maior em cultivos diversificados devido a fontes alternativas de alimentos, área de refúgio, maior disponibilidade e abundância de recursos como pólen e néctar (Andow, 1991; Altieri, 1994; Barbosa, 1998; Landis *et al.*, 2000).

Esta manipulação pode ocorrer tanto dentro da área de plantio ou em toda a extensão da propriedade, através do manejo de plantas invasoras, do consórcio de culturas, da vegetação adjacente, do sistema agroflorestal, do plantio de forrageiras e de leguminosas (Vandermeer, 1989; Gravena, 1992; Altieri, 1994; Coll & Bottrell, 1996; Verkerk *et al.*, 1998; Shanker & Solanki, 2000; Altieri, 2002; Wilby & Thomas, 2002). Muitas destas formas de manejo já são utilizados em sistemas de café orgânico, frequentemente associado com sombreamento, fornecimento de nutrientes e proteção do solo (Azevedo *et al.*, 2002; Lima *et al.*, 2002). Entretanto, não se sabe o efeito do aumento da diversidade de plantas cafezal sobre o ataque de pragas e os agentes de controle biológico.

Com relação às estratégias complementares para a redução da população de herbívoros em sistemas orgânicos é difundido entre os produtores a utilização de caldas fitoprotetoras, biofertilizantes enriquecidos e extratos de plantas. Esses produtos alternativos têm sido utilizados por produtores de café orgânico com objetivo de fornecer nutrientes às plantas, mas também com intuito de controlar pragas. A calda Viçosa empregada para o controle da ferrugem do cafeeiro (Cruz Filho & Chaves, 1984), possui recomendações para o controle do bicho mineiro do cafeeiro, mesmo tendo resultados divergentes relacionados com sua eficiência inseticida. Outro produto que tem sua utilização difundida em sistemas orgânicos cafeeiros para o controle de pragas, principalmente, no sul de Minas Gerais, é a calda Sulfocálcica (Penteado, 2000). O “Supermagro”, um biofertilizante enriquecido, tem sido recomendado para a utilização na cultura do café não somente como adubo foliar, mas também utilizado com finalidade de controlar o bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) e o ácaro vermelho (*Oligonychus ilicis*) (Silva & Carvalho, 2000). Entretanto, mesmo com a difusão entre os cafeicultores orgânicos da utilização de produtos alternativos há poucos resultados científicos que comprovem a eficácia no manejo ecológico de pragas.

O objetivo deste trabalho foi estudar duas estratégias para o manejo do bicho mineiro e do ácaro vermelho do cafeeiro em sistemas de produção orgânico de café. No capítulo I foi avaliado o papel da diversidade e da altura de plantas associadas ao café orgânico, parcialmente sombreado e não sombreado, sobre a população de herbívoros, bem como as interações com inimigos naturais. No capítulo II, foi avaliada a ação de caldas fitoprotetoras e de um biofertilizante no manejo ecológico de pragas.

## Literatura Citada

- Altieri, M.A. 1994.** Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. New York. 185p.
- Altieri, M.A. 1999.** The ecological role of biodiversity in Agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
- Altieri, M.A. 2002.** Agroecologia: Bases científicas para a agricultura sustentável. Agropecuária. Guaíba. 592p.
- Andow, D.A. 1991.** Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Azevedo, M.S.F.R., P.C. Lima, J.A.A. Espíndola & W.M. Moura. 2002.** Conversão de cafezais convencionais em orgânicos. *Informe Agropecuário* 23: 53-61.
- Barbosa, P. 1998.** Conservation Biological Control, Academy Press, California. 396p.
- Coll, M. & D.G. Bottrell. 1996.** Movement of an insect parasitoid in simple and diverse plant assemblages. *Ecological Entomology* 21: 141-149.
- Cruz Filho, J. & G.M. Chaves. 1985.** Calda Viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro. Imprensa Universitária. Viçosa. 22p.
- Gravena, S. 1992.** Controle biológico no manejo integrado de pragas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 27:281-299.
- Kogan, 1998.** Integrated pest management: Historical perspectives and Contemporary Developments. *Annual Review of Entomology* 43:243-270.
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr. 2000.** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Lima, P.C., W.M. Moura, M.S.F.R. Azevedo & A.F. Carvalho. 2002.** Estabelecimento do cafezal orgânico. *Informe Agropecuário* 23: 32-52.
- Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power & M.J. Smith. 1997.** Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504-509.

- Pedini, S. 2000.** Produção e certificação de café orgânico. p. 333-360. In: Zambolim, L. (ed.) Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade. UFV, Viçosa. p. 333-360.
- Penteado, S.R. 2000.** Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa. Buena Mendes Gráfica e Editora. Campinas. 95p.
- Primavesi, A. 1990.** Manejo Ecológico de pragas e Doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. Nobel. São Paulo. 137p.
- Reijntjes, C., B. Haverkort & A. Waters-Bayer. 1999.** Agricultura para o Futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. ASPTA. Rio de Janeiro. 2ed. 324p.
- Reis, P.R.; J.C. Souza & C.C.A. Melles. 1984.** pragas do cafeeiro. Informe Agropecuário 10: 3-57.
- Root, R.B. 1973.** Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). Ecology Monograph 43:95-114.
- Shanker, C. & K.R. Solanki. 2000.** Agroforestry: an ecofriendly land-use system for insect management. Outlook on Agriculture 29:91-96.
- Silva, B.M. & A.F. Carvalho. 2000.** Novo Supermagro: o Biofertilizante. CTA/ZM. Viçosa. 16p.
- Teodoro, V.C.A. & I.F. Caixeta. 1999.** Bases para produção de Café Orgânico. Lavras, UFLA. 45p.
- Vandermeer, J. 1989.** The ecology of intercropping. Cambridge University Press. New York. 237p.
- Venzon, M., A. Pallini & D.S.S.L. Amaral. 2001.** Estratégias para o manejo ecológico de pragas. Informe Agropecuário 22:19-28.
- Verkerk, R.H.J., S.R. Leather & D.J. Wright. 1998.** The potential for manipulating crop-pest-natural enemy interactions for improved insect pest management. Bulletin of Entomological Research 88:493-501.
- Wilby, A. & M.B. Thomas. 2002.** Are the ecological concepts of assembly and function biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control? Agricultural and Forest Entomology 4:237-243.

# Capítulo I

## Diversidade de vegetação no manejo ecológico de pragas do cafeeiro.

### 1. Introdução

Em muitos agroecossistemas a simplificação da biodiversidade nos cultivos, com a monocultura e o uso intensivo de adubos químicos e agrotóxicos, resulta em um acréscimo no desenvolvimento de herbívoros (Altieri & Letourneau, 1982; Andow, 1991; Altieri, 1994; Gliessman, 2000; Altieri, 2002). Nos sistemas agrícolas, a importância da biodiversidade vai muito além da produção de alimentos e de fibras, pois inclui ainda a reciclagem de nutrientes, o controle de microclima, a detoxificação de produtos químicos e a regulação de organismos indesejáveis (Altieri, 1999). A manipulação e manutenção de diversidade dos agroecossistemas, tem sido estudada e empregada em vários agroecossistemas como estratégia de controle natural de pragas (Pimentel, 1961; Root, 1973; Murdoch, 1975; Altieri & Letourneau, 1982; Andow, 1991; Altieri, 1994; Barbosa, 1998; Landis, 2000; Wilby & Thomas, 2002). O aumento da diversidade estrutural está correlacionado com dois fatores: (i) aumento da diversidade de espécies de plantas (ii) aumento da complexidade de arquitetura de plantas (Marino & Landis, 1996).

Em agroecossistemas diversificados os efeitos na redução da população de herbívoros e na atividade de inimigos variam com relação ao sistema estudado (Andow, 1991). Portanto, não existe um consenso sobre vantagens da diversificação da vegetação no manejo de pragas. Duas principais hipóteses ecológicas tem sido oferecidas para explicar os efeitos negativos da diversidade de plantas sobre as populações de herbívoros. A primeira é a *hipótese da concentração de recursos* a qual prediz que a maior

dificuldade dos herbívoros em encontrar e colonizar plantas hospedeiras em sistemas diversificados é devido a uma diversidade de estímulos olfativos e visuais associados às distintas espécies de plantas presentes (Root, 1973; Bach, 1980; Andow, 1991). A segunda, denominada *hipótese dos inimigos naturais* propõe que a abundância de inimigos naturais generalistas e especialistas deve ser maior em cultivos diversificados devido a alguns fatores, tais como: disponibilidade de hospedeiros e/ou presas alternativas durante épocas diferentes do ano, persistência de hospedeiros/presas em áreas de refúgio, maior proteção e refúgio a condições de predação, oviposição, formação de microclima propício ao desenvolvimento dos inimigos naturais, maior disponibilidade e abundância de recursos alimentares como pólen e néctar (Andow, 1991; DeBach & Rosen, 1991; Altieri, 1994; Yu-Hua *et al.* 1997; Barbosa, 1998; Hooks *et al.*, 1998; Verkerk *et al.*, 1998; Landis *et al.*, 2000).

O efeito da diversidade de vegetação está relacionado com o agroecossistema utilizado; variando os resultados de regulação de herbívoros em sistemas anuais e perenes (Andow, 1991, Altieri, 1994; Ogol *et al.* 1998; Landis, 2000) . Agroecossistemas formados por plantas perenes, como citros e café, são mais apropriados para exploração das potencialidades das plantas intercalares ou consorciadas (Gravena, 1992). Similarmente, em cafeeiros comerciais, o manejo da vegetação natural adjacente contribui efetivamente para redução populacional de bicho mineiro, provocado pela ação de vespas predadoras, que promovem nidificação nesta vegetação (Reis *et al.*, 1984; Gravena, 1992; Reis *et al.*, 2002). O manejo de cobertura verde, formada pela vegetação nativa ou por leguminosas e gramíneas introduzidas, pode ter diversos efeitos na preservação e aumento dos inimigos naturais. O emprego de leguminosas em consórcio com plantas, além do fornecimento de nitrogênio, pode atuar criando microclima propício para as interações entre inimigos naturais e herbívoros (Päts *et al.*, 1997).

Existe, entretanto, estudos que criticam as hipóteses de concentração de recursos e inimigos naturais, mostrando que em sistemas de alta diversidade não ocorre uma redução do nível populacional dos herbívoros ou mesmo não ocorre maior eficiência de inimigos naturais (Sheehan, 1986). A diversidade vegetal afeta diferentemente inimigos naturais especialistas e generalistas. Inimigos naturais especialistas, em sistemas diversificados, pode ter maior dificuldade de localizar estímulos químicos de suas presas/hospedeiros. Para uma melhor efetividade da diversificação de plantas deveria ser empregado aumento estratégico da diversidade, ou seja, desenvolvendo uma biodiversidade funcional, de tal maneira que proporcione o incremento das espécies de inimigos naturais, as quais reduzem eficientemente as populações de herbívoros (Barbosa, 1998).

O manejo da diversidade pode ser uma importante estratégia no manejo ecológico de pragas na cafeicultura orgânica. O cultivo de leguminosas, utilizadas principalmente como adubos verdes ou na cobertura do solo, pode promover uma diversidade funcional, isto é, capaz de reduzir a infestação de herbívoros, ou mesmo que aumenta o controle biológico.

Em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica* L.) avaliou-se o efeito da alteração da diversidade e arquitetura proporcionado pelo plantio de leguminosas associadas, sobre a população de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* (Guér-Mènev.) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e do ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) Acari: Tetranychida), duas importantes pragas do cafeeiro, que têm surtos populacionais nos períodos mais secos do ano e que podem causar grandes prejuízos nas lavouras (Souza *et al.*, 1998; Reis *et al.*, 2002). Também foi avaliado a ação da manipulação das leguminosas sobre inimigos naturais associados aos herbívoros. Desta forma, testou-se as duas hipóteses de controle de pragas com o manejo da diversidade de plantas: (1) o aumento da diversidade de vegetação reduz o ataque dos herbívoros (2) a eficiência dos inimigos naturais aumentam com a aumento da diversidade.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Descrição do Local e Estrutura do Experimento.

O ensaio foi conduzido na unidade experimental da EPAMIG na Fazenda Serra das Águas no município de Heliódora-MG (22°00' S X 45°31' W) no período de outubro de 2002 a junho de 2003. O estudo de populações de pragas, da atividade dos inimigos naturais e efeitos na produção foi conduzido em agroecossistemas orgânico de produção de café (*Coffea arabica* L.) com as cultivares Catucaí, Obatã, Oeiras e Icatu parcialmente sombreado e não sombreado, com três anos de idade. O sistema parcialmente sombreado, com intuito de reduzir a luminosidade, foi composto com plantas de banana (*Musa* spp.) plantadas de 10 em 10 metros, na mesma linha do cafeeiro. O plantio das leguminosas nos dois sistemas foi feito em novembro de 2002, com replantio, das não perenes, em fevereiro de 2003.

#### *a) Diversidade de vegetação*

Foi conduzido um experimento com variação da diversidade de vegetação, para verificar o efeito desta sobre *L. coffeella*, *O. ilicis* e seus inimigos naturais, em dois sistemas orgânicos: (i) sistema parcialmente sombreado com banana na linha do café e leguminosas nas entrelinhas e (ii) sistema não sombreado com guandu (*Cajanus cajan*). Em ambos sistemas o aumento da diversidade foi proporcionado pela inclusão de diferentes espécies de plantas, sendo que a diversidade (0) foi representada por talhões com somente plantas de café, a diversidade (1) foi composta de talhões com banana (parcialmente sombreado) ou guandu (não sombreado), presentes nas outras diversidades; a diversidade (2) foi composta com o acréscimo de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*); a (3) foi composta com acréscimo de crotalária (*Crotalaria juncea*) e a diversidade (4) foi composta do acréscimo de estilozantes (*Stylosanthes guianensis*), mais vegetação espontânea. (Tabela 1).

**Tabela 1.** Estrutura do experimento de diversidade de vegetação.

Sistema	Diversidade	Plantas Associadas
Parcialmente sombreado	0	Café
	1	Café + banana
	2	Café + banana + amendoim forrageiro
	3	Café + banana + amendoim + crotalária
	4	Café + banana + amendoim+ crotalária + estilozantes + vegetação espontânea
Não sombreado	0	Café
	1	Café + guandu
	2	Café + guandu + amendoim forrageiro
	3	Café + guandu + amendoim + crotalária
	4	Café + guandu + amendoim + crotalária + estilozantes + vegetação espontânea

Cada talhão, nos dois sistemas, foi composto de uma área total de 75,6 m<sup>2</sup> compreendendo 4 linhas de plantas de café com 18 plantas cada. O espaçamento entre plantas foi de 0,5 m e entrelinhas de 2,8 m. No centro de cada talhão foram escolhidas seis plantas para se proceder as amostragens.

### **b) Altura de Vegetação**

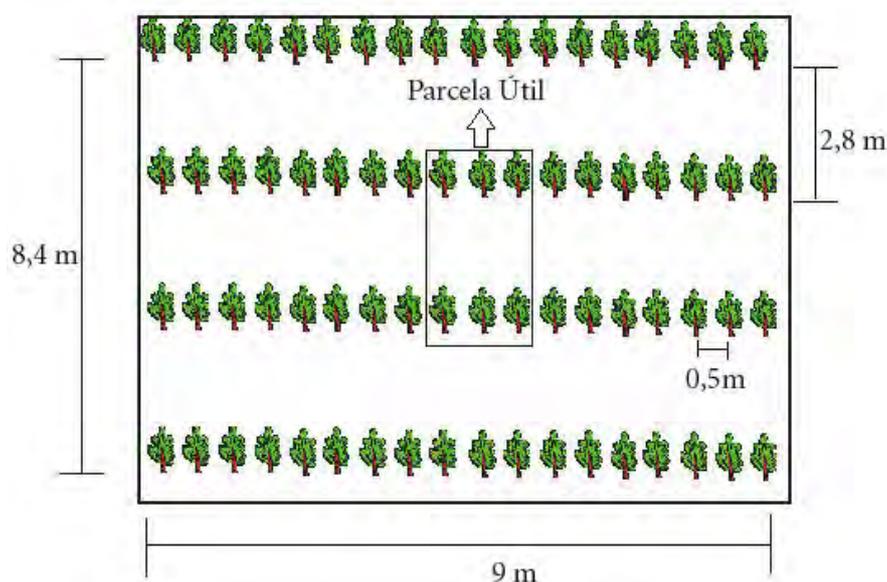
Realizou-se um experimento onde foi avaliado o efeito da altura de leguminosas plantadas nas entrelinhas do café sobre a população de *L. coffeella* e *O. ilicis* e de seus inimigos naturais. As leguminosas associadas ao cafeeiro foram classificadas em uma das seguintes faixas de altura: (0) altura de 0 cm, sem leguminosa; (1) altura até 40 cm, amendoim forrageiro; (2) altura de 40 a 60 cm, mucuna-anã (*Stizolobium deeringianum*); (3) altura de 90 a 200 cm, crotalária; (4) altura de 200 a 250 cm, guandu (Tabela 2). Em todos os sistemas fez-se o controle do tamanho das leguminosas quando necessário, não deixando ultrapassar o limite estabelecido. A área de cada talhão de experimento foi a mesma descrita no item (a).

**Tabela 2.** Estrutura do experimento de altura de vegetação

Faixa de Altura (cm)	Altura	Plantas Associadas
0	0	Café
0-40	1	Café + amendoim
40-60	2	Café + mucuna
90-200	3	Café + crotalária
200-250	4	Café + guandu

## 2.2. Amostragem

Foram realizadas no total onze amostragens das plantas de café nos dois sistemas, em intervalos de aproximadamente 15 dias, no período de novembro de 2002 a maio de 2003. Também se realizou a colheita dos frutos foi realizada, com duas coletas, em maio e junho de 2003. Em cada data de amostragem, 3 plantas, de seis plantas selecionadas na área central, foram amostradas de forma que na próxima amostragem as outras 3 foram consideradas, assim sucessivamente.



**Figura 1.** Talhão, em detalhe, composto de quatro linhas, com 18 plantas cada, e a parcela útil de 6 plantas.

a) *L. coffeella*: em cada uma das três plantas de café, foram coletadas 5 folhas, aleatoriamente, a partir do quinto internódio em cada quadrante (norte, sul, leste, oeste), contabilizando um total de 20 folhas por planta. As folhas coletadas foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados. Estes sacos foram acondicionados em caixas térmica com gel químico congelado, a fim de evitar deteriorização de material. No laboratório de Controle Biológico da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Centro Tecnológico Zona da Mata

(EPAMIG/CTMZ), foi realizada a avaliação da infestação de *L. coffeella*, através da contagem do número total de folhas minadas e do número total de minas nas folhas atacadas. Com o objetivo de evitar problemas de sub-estimativa de populações do bicho mineiro, quando foi detectada a presença de minas com mais de 0,5 cm<sup>2</sup>, o número de minas foi contado como sendo originada de diferentes lagartas (Nestel *et al.*, 1994).

**b) Percentagem de Predação:** para a avaliação da predação foram utilizadas as mesmas folhas coletadas para amostragem de *L. coffeella*. O índice de predação foi determinado pela observação de minas dilaceradas na parte abaxial (sinais característicos de mandíbulas das vespas *Brachygastra lecheguana* e *Polybia occidentalis scutellaris*) e adaxial (sinais de *Protonectarina sylveirae*) das folhas, avaliando-as em microscópio estereoscópio (Parra *et al.* 1981). A proporção de predação foi considerado como sendo o número total de minas predadas dividido pelo número total de minas, quantificando-se assim a predação aparente (Avilés, 1991).

**c) Nível Populacional de Parasitóides:** para avaliar o parasitismo foram coletadas 10 folhas minadas, com minas com o diâmetro médio de 0,3 cm, por talhão nas plantas da área central. Estas folhas foram colocadas em sacos de papel, devidamente identificados e em seguida acondicionadas em caixa térmica com gel químico congelado, a fim de evitar deteriorização de material durante o transporte. No laboratório de controle biológico da EPAMIG/CTZM, as folhas coletadas no campo foram mantidas por 20 dias ou até a emergência dos parasitóides em gerbox<sup>®</sup> com espuma embebida em solução de hormônio de crescimento Benzil Adenina (10<sup>-6</sup> g/litro), para uma melhor manutenção das folhas e garantia da emergência dos parasitóides (Reis Jr., 1999). Diariamente foram tiradas todas as pupas formadas das minas, as quais eram colocadas em tubos plásticos (40 mL), onde se observou a emergência de parasitóides ou de adultos de *L. coffeella*. As folhas e as pupas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. sob condições controladas (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 14 horas de fotofase). Todos aos parasitóides encontrados

foram conservados em álcool 70%, para a identificação das espécies. A proporção de parasitismo foi determinada pelo valor total de adultos de parasitóides dividido pelo total de pupas de *L. coffeella* formadas.

**d) *Oligonychus ilicis* e Ácaros da família Phytoseidae e Tydeidae:** foram utilizadas as mesmas folhas coletadas na avaliação da infestação por *L. coffeella*, para a amostragem dos ácaros. No entanto, foram avaliadas 8 folhas por talhão. Através de um microscópio estereoscópio, foi feita a amostragem dos ácaros por folha, registrando-se o número total de *O. ilicis* e de ácaros da família Phytoseidae e Tydeidae (morfoespécie) observados.

**e) Produtividade:** realizou-se a colheita completa e a pesagem dos frutos de café em três plantas da área central em todos os sistemas. A colheita foi feita em duas datas, 19/05/2003 e 22/06/2003, devido à maturação desuniforme dos frutos.

### 2.3. Análises Estatísticas

Para a análise do efeito do aumento de diversidade e da altura da vegetação sobre a população de herbívoros e inimigos naturais, foi utilizado Modelos Lineares Generalizados (GLM), com a distribuição de erros apropriada para cada variável resposta, Poisson para dados de contagem e Binomial para dados de proporção (Crawley, 2002). A variável Y compreendeu os diversos fatores observados: total de folhas minadas, total de minas nas folhas, proporção de minas predadas, proporção de minas parasitadas, somatório de ácaros. A variável independente X são o aumento da diversidade e da altura de plantas. Para a análise foi utilizado o sistema estatístico R (Ihaka & Gentleman, 1996).

## Resultados

### 1.1. Efeito da diversidade de vegetação e altura de plantas

#### *L. coffeella*

O número de folhas com minas de *L. coffeella*, ao longo das amostragens, não foi afetado com o aumento da diversidade de plantas ( $F_{5,4}=0,662$ ;  $P=0,673$ ) (Figura 1 A), nos dois sistemas parcialmente sombreados (banana) e não sombreados (guandu). Não houve diferença no total de folhas minadas com relação ao aumento da altura das plantas ( $F_{4,3}= 1,957$ ;  $P= 0,256$ ) (Figura 1B). O mesmo pode ser observado no total de minas nas folhas, onde não teve correlação com o aumento na diversidade ( $F_{5,4}=2,03$ ;  $P=0,211$ ) nos dois nos dois sistemas (Figura 2). No entanto, o total de minas aumentou com o aumento da altura das leguminosas semeadas na entrelinha do café ( $F_{4,3}= 18,388$ ;  $P= 0,023$ ) (Figura 3).

#### **Vespas Predadoras**

Em todos os talhões observou-se a ação das vespas predadoras, que devido a predação na parte abaxial e adaxial das folhas, associadas às seguintes espécies: *Brachygastra lecheguana*, *Polybia occidentalis scutellaris* e *Protonectarina sylveirae* nas folhas minadas. A proporção de minas predadas foi afetada pelo aumento da diversidade de plantas no sistema ( $F_{5,4}=19,030$ ;  $P=0,000$ ), com o aumento da diversidade verificou-se a redução da proporção de minas predadas nos sistemas parcialmente sombreado e aumento da predação no sistema não sombreado (Figura 4). A proporção de minas predadas não foi afetada com o aumento da altura de plantas no sistema ( $F_{4,3}=0,7399$ ;  $P=0,389$ ) (Figura 5).

#### **Parasitismo**

A proporção de minas parasitadas não foi afetada com o aumento da diversidade de plantas nos dois sistemas ( $F_{5,4}=0,205$ ;  $P=0,8931$ ) (Figura 6 A). Também não houve

tendência de alteração da proporção de minas parasitadas com o aumento da altura de plantas ( $F_{4,3} = 0,238$ ;  $P = 0,8773$ ) (Figura 6 B).

## Ácaros

As populações de ácaros não foram afetadas pelo aumento da diversidade de plantas. O somatório de total de *O. ilicis* não apresentou alteração com o aumento da diversidade de plantas ( $F_{5,4} = 0,622$ ;  $P = 0,695$ ) (Figura 7 A), também foi observado com o somatório de total de *O. ilicis* que não apresentou tendência com o aumento da altura de plantas ( $F_{4,3} = 1,094$ ;  $P = 0,372$ ) (Figura 7 B). Similarmente, o somatório de ácaros da família Phytoseidae não teve relação significativa com o aumento da diversidade ( $F_{5,4} = 0,198$ ;  $P = 0,947$ ) (Figura 8 A) e da altura ( $F_{4,3} = 1,618$ ;  $P = 0,293$ ) (Figura 8 B) e A população de ácaros da família Tydeidae, também não teve alteração como acréscimo de diversidade ( $F_{5,4} = 1,791$ ;  $P = 0,296$ ) (Figura 9A) e altura ( $F_{4,3} = 5,1327$ ;  $P = 0,108$ ) (Figura 9 B).

## Produtividade

A produtividade de café, em litros, não sofreu alteração com o aumento da diversidade de plantas ( $F_{5,4} = 1,337$ ;  $P = 0,401$ ) (Figura 10 A). O aumento da altura de plantas não afetou a produção de café, em litros ( $F_{4,3} = 5,133$ ;  $P = 0,108$ ) (Figura 10 B).

## Discussão

A manipulação da diversidade e altura de plantas, no agroecossistema do cafeeiro, apresentou influência nos parâmetros populacionais de herbívoros e vespas predadoras. O estudo verificou dois componentes da manipulação vegetal que afetaram o sistema: (i) o aumento da altura das leguminosas aumentou o ataque de *L. coffeella* e (ii) o aumento da diversidade reduziu o número de minas predadas no sistema parcialmente sombreado (banana) e aumentou a predação no sistema não sombreado (guandu).

**Herbívoros:** O número de folhas minadas, número de minas por folhas e o número total do ácaro vermelho *O. ilicis*, não foram alteradas pelo aumento da diversidade, não tendo evidência da hipótese de *concentração de recursos* para o caso em estudo. O acréscimo na diversidade de estímulos químicos e visuais proporcionados pelo manejo da diversidade de plantas, pode não alterar a capacidade dos herbívoros em localizar as plantas hospedeiras, devido a massa vegetal do cafeeiro. Monófagos, como *L. coffeella*, tem maior facilidade de localizar plantas hospedeiras Herbívoros tem maior dificuldade de localizar plantas anuais do que plantas perenes em sistemas diversificados (Andow, 1991); o que pode explicar a colonização indiferenciada com a aumento da diversidade nos dois sistemas. Plantios perenes por possuir maior estabilidade, conseqüentemente pode manter a população de herbívoros constante. Os sistemas parcialmente sombreados e não sombreados não diferiram com relação aos níveis populacionais dos herbívoros.

Outro fator importante esta relacionado com a questão do *L. coffeella* ser um herbívoro monófago, possuindo maior capacidade de forrageamento e localização da planta hospedeira. Mesmo com as alterações provocadas com a alteração da diversidade de vegetação, podem não alterar a localização de plantas de café, nos dois sistemas. A

hipótese da *concentração de recursos* pode estar diretamente associado com herbívoros polífagos, que não tem um sistema de localização de plantas hospedeiras especializado semelhante aos dos monófagos. Herbívoros monófagos são atraídos pelas plantas hospedeiras, enquanto que há poucas evidências que polífagos são atraídos (Bernays & Chapman, 1994). Outro fator associado pode ser a densidade de plantas, herbívoros especialistas são mais abundantes em alta densidade de plantas hospedeiras (Bach, 1980). Assim a grande densidade da plantas de café no sistema pode evidenciar a não alteração o índice populacional. Em agroecossistemas de cafeeiro sombreados e não sombreados não apresentaram diferenças quanto ao nível populacional de *L. coffeella* (Nestel *et al.*, 1994). O ácaro fitófago *O. ilicis* pode ter sido pouco afetado devido ao baixo nível populacional observado nas amostragens.

A arquitetura das plantas (altura) tem efeitos diretos na população de herbívoros, o que esta relacionado com o aumento do ataque de *L. coffeella* a partir do aumento da altura das leguminosas. Plantas associadas em agroecossistemas podem ser utilizadas com barreiras físicas à colonização de pragas às plantas hospedeiras (Finch & Collier, 2000). No entanto, o ataque mais intenso de *L. coffeella* com o aumento da altura de leguminosas, pode estar, então, associado com a menor dispersão e emigração do herbívoro, pois ao mesmo tempo em que promove uma barreira à localização da planta, pode também ser barreira á dispersão, concentrando o ataque.

**Predadores:** Houve diferença na predação de minas de *L. coffeella* com relação ao sistema parcialmente sombreado e não sombreado. No sistema parcialmente sombreado ocorreu redução da predação com o acréscimo da diversidade. A diversidade de vegetação pode reduzir a atividade de inimigos naturais, tornando o controle biológico mais efetivo em sistemas simplificados (Sheehan, 1986; Russel, 1989; Bach & Rosen, 1991; Altieri, 1994; Ogol *et. al.*,1998), por influenciar fatores como forrageamento, localização e seleção de presa ou hospedeiro, dispersão temporal e espacial de fontes alternativas de alimento (Strong *et al.*, 1984; Andow & Rish, 1985; Parra & Panizzi, 1991;

Barbosa, 1998). A diversidade de estímulos químicos e visuais presentes em sistemas de policultivos pode mascarar as pistas utilizadas para a localização da presa ou hospedeiro (Andow, 1991), o que pode ser agravado em sistemas parcialmente sombreados. O sombreamento, devido a alta densidade de plantas, dificulta a localização de plantas pelos insetos (Altieri, 1994), o que também pode influenciar diretamente o forrageamento das vespas predadoras. Corbett & Plant (1996) propuseram, através de teste em um modelo matemático denominado coeficiente de dispersão, que a movimentação de inimigos naturais pode ser afetada negativamente pela diversificação do ambiente devido a alterações visuais que aumenta o forrageamento e localização das presas. A avaliação do efeito do sombreamento na predação de *L. coffeella* deve se aprofundar para determinar como o grau de sombreamento pode afetar o forrageamento das vespas predadoras.

Já no sistema não sombreado observou-se um acréscimo na predação de *L. coffeella* com o aumento da diversidade de plantas, evidenciando a hipótese de *inimigos naturais*. Vespas predadoras, além de se alimentar com lagartas de lepidópteros, também se nutrem de substâncias açucaradas, como néctar (Nakano *et al.*, 2002), o que pode ter atraído maior número de vespas com o acréscimo da diversidade e conseqüentemente aumentado a predação no sistema.

O diversificação não alterou a população de ácaros predadores da família Phytoseiidae. Os ácaros predadores podem ter outras fontes alternativas de alimentação, além de pólen. Porém, a presença de ácaros predadores no sistema mesmo com o baixo nível populacional de *O. ilicis*, demonstra que outros fatores estão associados com sua presença no sistema.

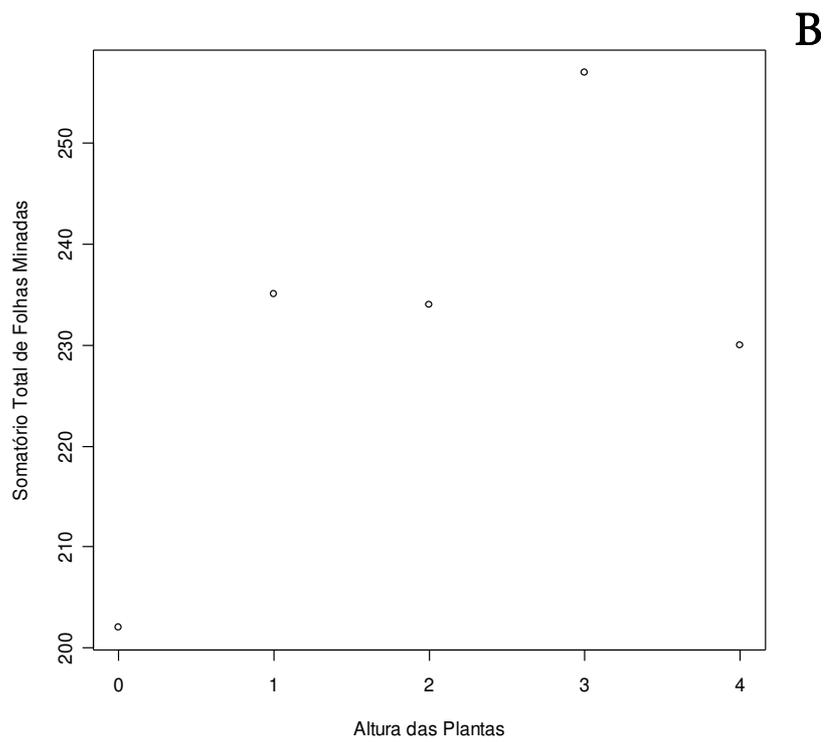
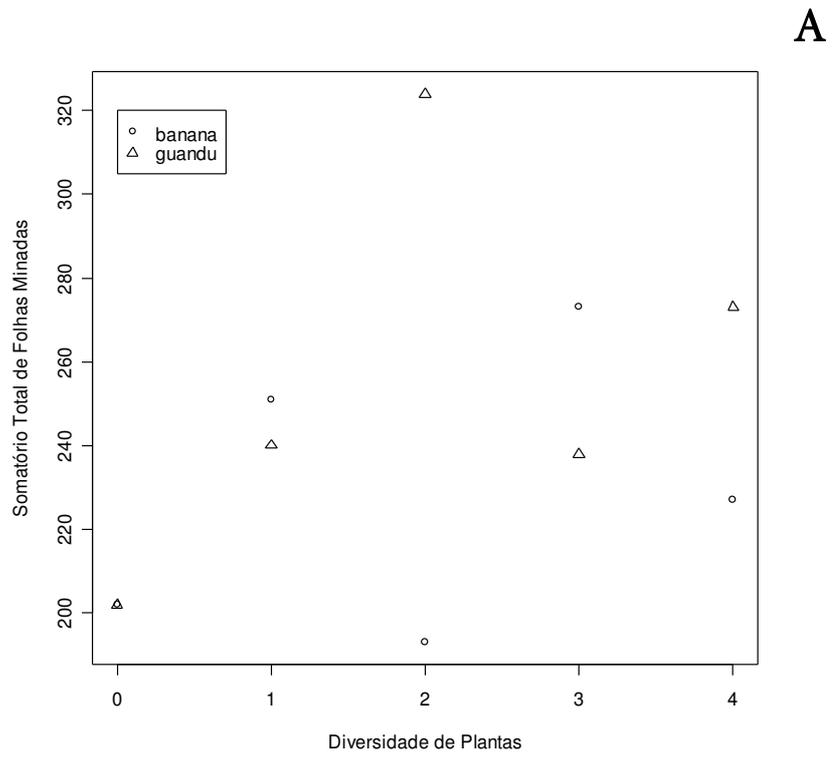
**Parasitóides:** O parasitismo não foi alterado pelo aumento da diversidade de plantas, não evidenciando a hipótese de *inimigos naturais*. Inimigos naturais generalistas e especialistas podem responder de forma variada à diversificação vegetal (Sheehan, 1986). Ao contrário do que Päts *et al.* (1997) propuseram que leguminosas não

proviram microclima diferente que influenciasse positivamente a interação parasitóide-hospedeiro. Cultivos perenes, como cafeeiro, por serem um ambiente mais estável para colonização e estabelecimento de parasitóides (Altieri *et al.*, 1993; Landis 2000), podendo não alterar o nível populacional mesmo com o manejo da diversidade.

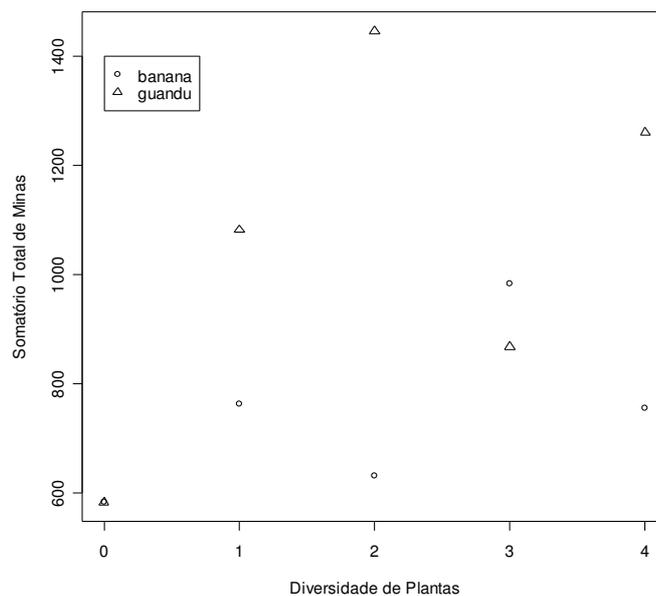
Diante do fato da diversidade de plantas ter influenciado os níveis populacionais de herbívoros, bem como a ação do controle biológico, o uso das leguminosas no manejo ecológico de pragas deve procurar atender outros requisitos. Importante dar preferência para plantas que disponibilize maiores quantidades de nutrientes para o cultivo orgânico e protejam mais o solo, ao mesmo tempo em que forneçam recursos estratégicos para o desenvolvimentos de predadores e parasitóides. Então, deve-se optar por leguminosas que aumentem o nível de matéria orgânica e nutrientes no solo (Chaves & Calegrari, 2001) e que sejam importantes ao abrigar e/ou sustentar um conjunto de inimigos naturais associados com a cultura (Altieri, 2002).

**Produção:** Não houve alteração da produtividade do cafeeiro nos sistemas parcialmente sombreado e não sombreado, evidenciado que a produção não foi alterada quantidade de plantas na entrelinha, assim torna-se importante determinar a melhor relação entre diversidade de vegetação e controle dos herbívoros, ao mesmo tempo em que reduz a necessidade de capina no cafeeiro e conseqüentemente os gastos na cultura.

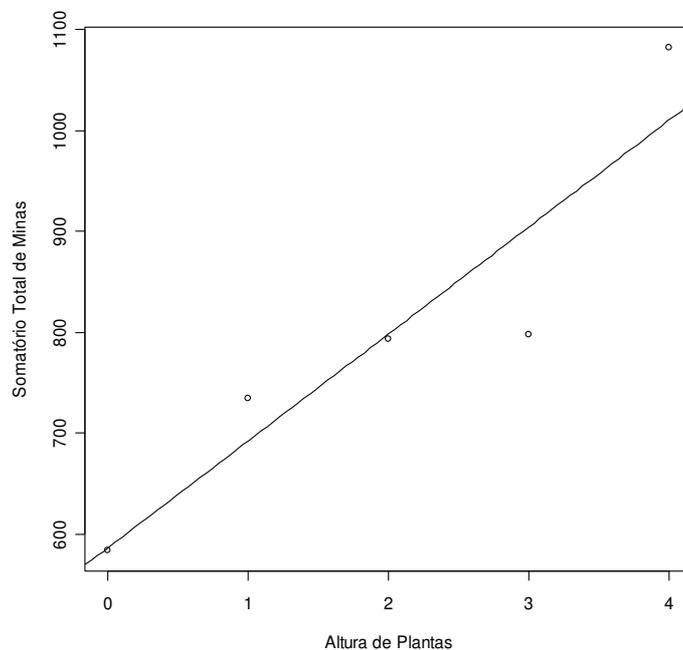
Em conclusão, o manejo da diversidade de plantas pode ser considerada como uma estratégia importante no manejo ecológico de pragas, principalmente por influenciar a predação de *L. coffeella*. Maiores estudos são necessários para se determinar: (i) mecanismo envolvidos no aumento da predação e na manutenção de inimigos naturais no sistema, (ii) plantas que forneçam, seletivamente, recursos alternativos e ambiente propício para o desenvolvimento dos inimigos naturais. Enfim, deve-se identificar plantas que forneçam um diversidade funcional eficiente para o manejo orgânico do cafeeiro e manutenção do controle biológico.



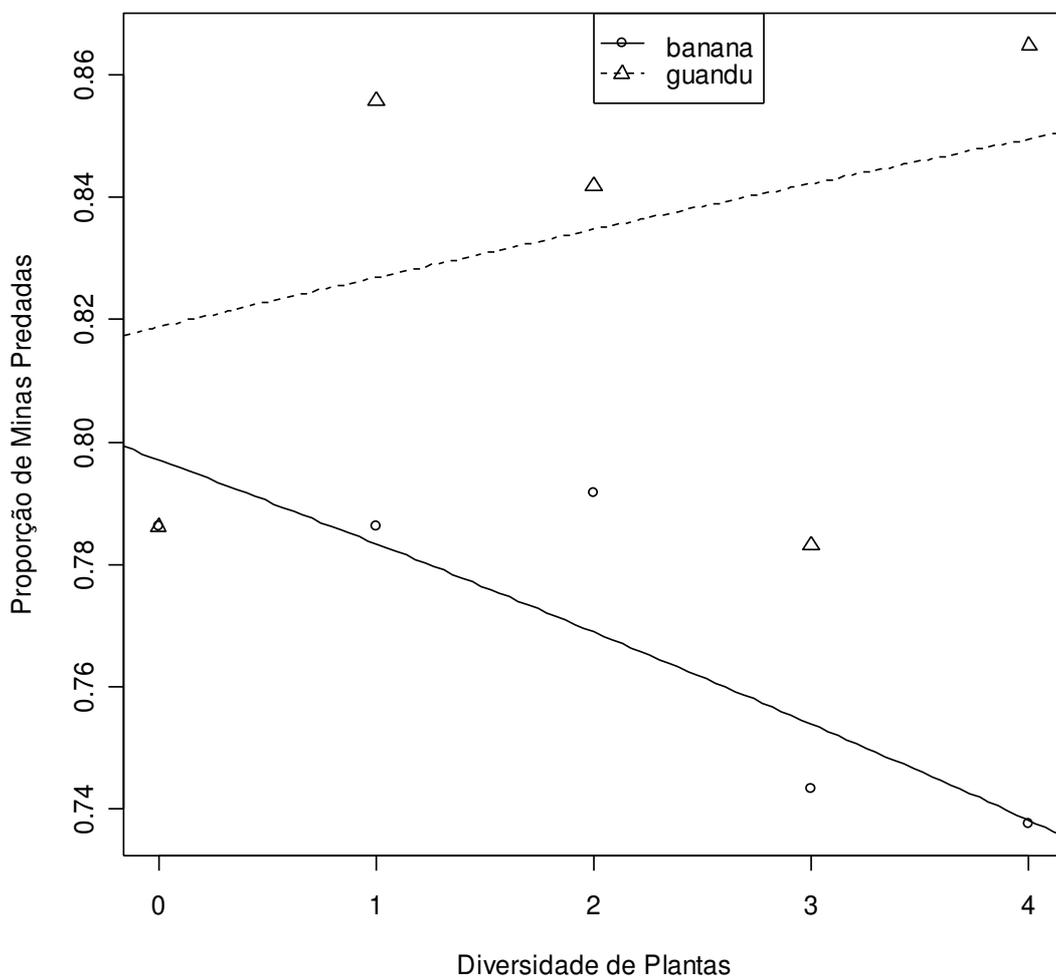
**Figura 1.** Relação não significativa entre o número total de folhas com minas de *L. coffeella* e a diversidade ( $F_{5,4}=0,662$ ;  $P=0,673$ ) (A) e altura ( $F_{4,3}= 1,957$ ;  $P= 0,256$ ) (B) de plantas.



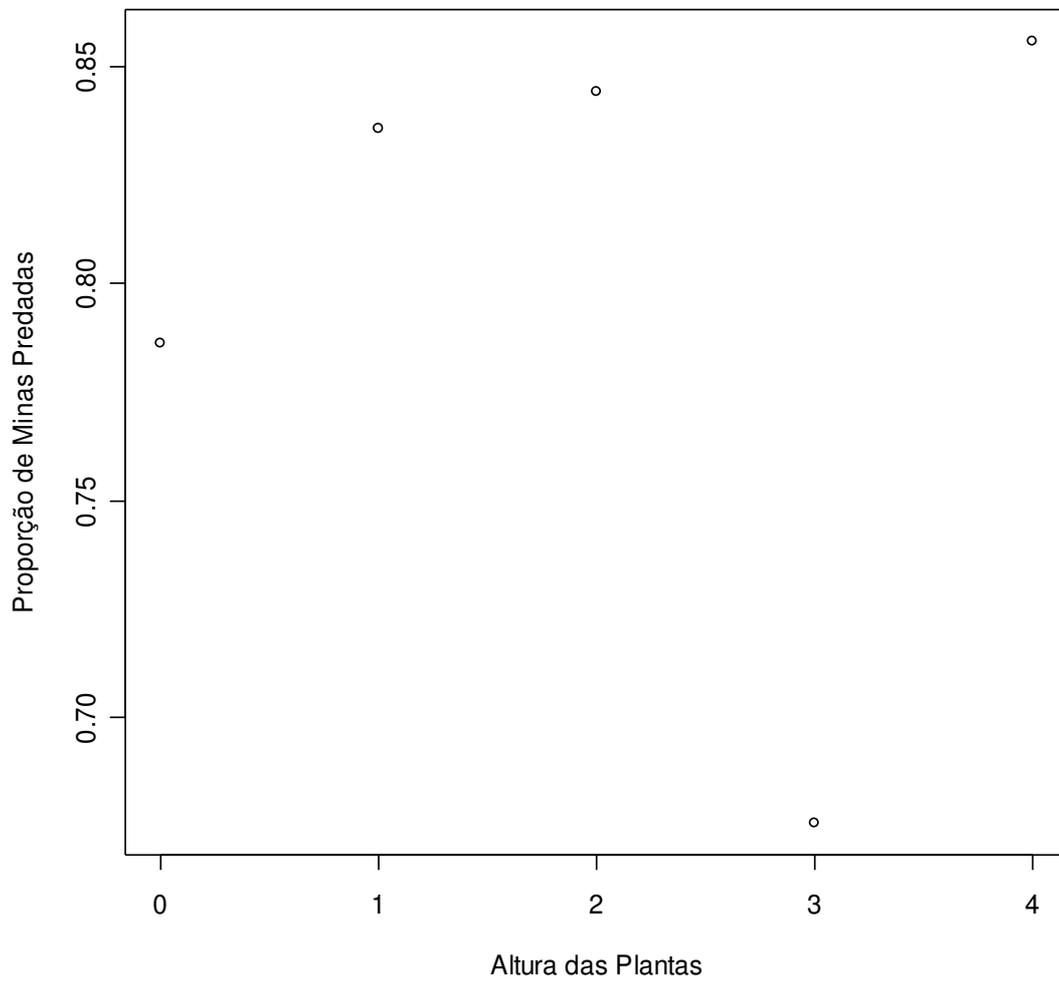
**Figura 2.** Relação não significativa entre o número total de minas de *L. coffeella* e a diversidade ( $F_{5,4}=0,662$ ;  $P=0,673$ ).



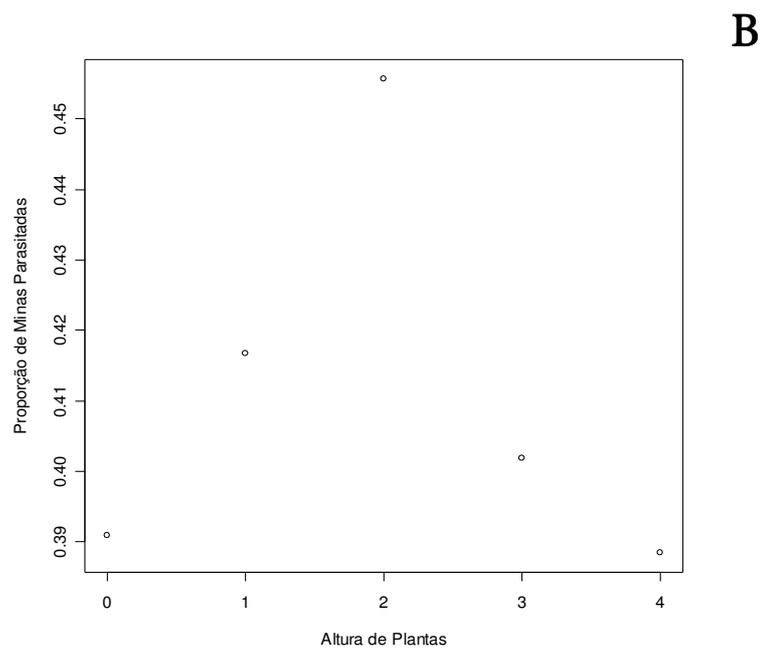
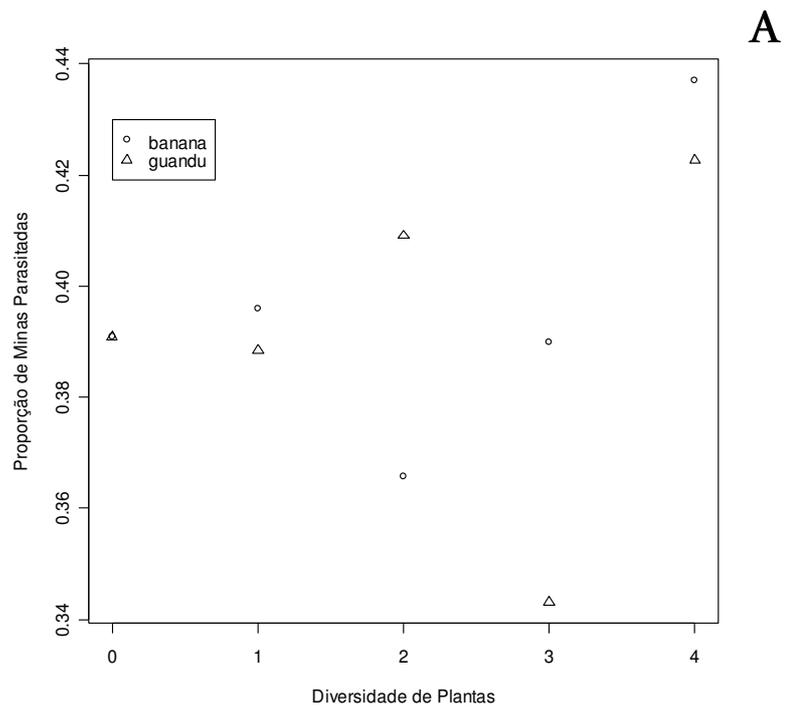
**Figura 3.** Relação significativa entre o número total de minas de *L. coffeella* e a altura das leguminosas. Equação da reta  $y= 586.60+105.90x$ , ( $F_{4,3}= 18,388$ ;  $P= 0,023$ ).



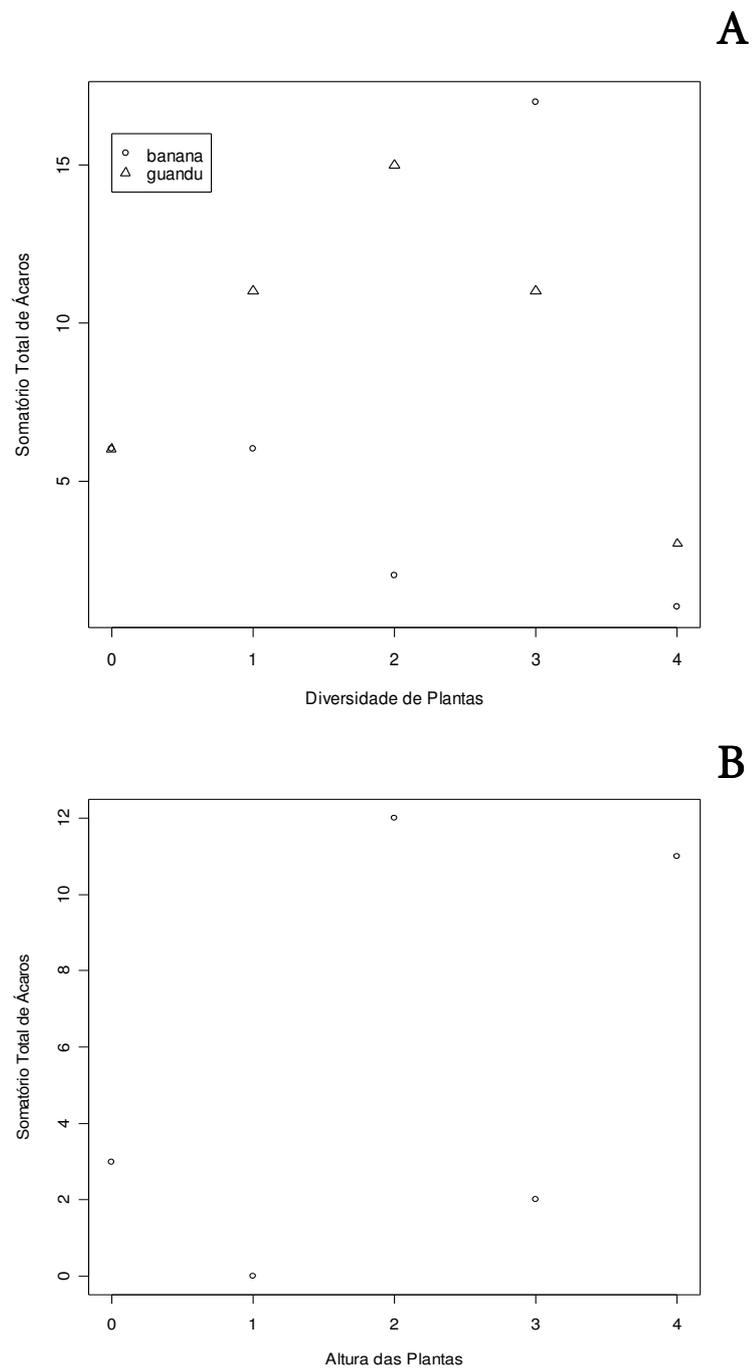
**Figura 4.** Relação significativa entre a proporção de minas de *L. coffeella* predadas e o aumento da diversidade de plantas. Equação da reta, para parcialmente sombreado (banana)  $y = \frac{\exp(1.36851 - 0.08293 \cdot x)}{1 + \exp(1.36851 - 0.08293 \cdot x)}$  e para não sombreado (guandu)  $y = \frac{\exp((1.5084) + (0.0557)x)}{1 + \exp((1.5084) + (-0.0557)x)}$ , ( $F_{3,4} = 19,030$ ;  $P = 0,000$ ).



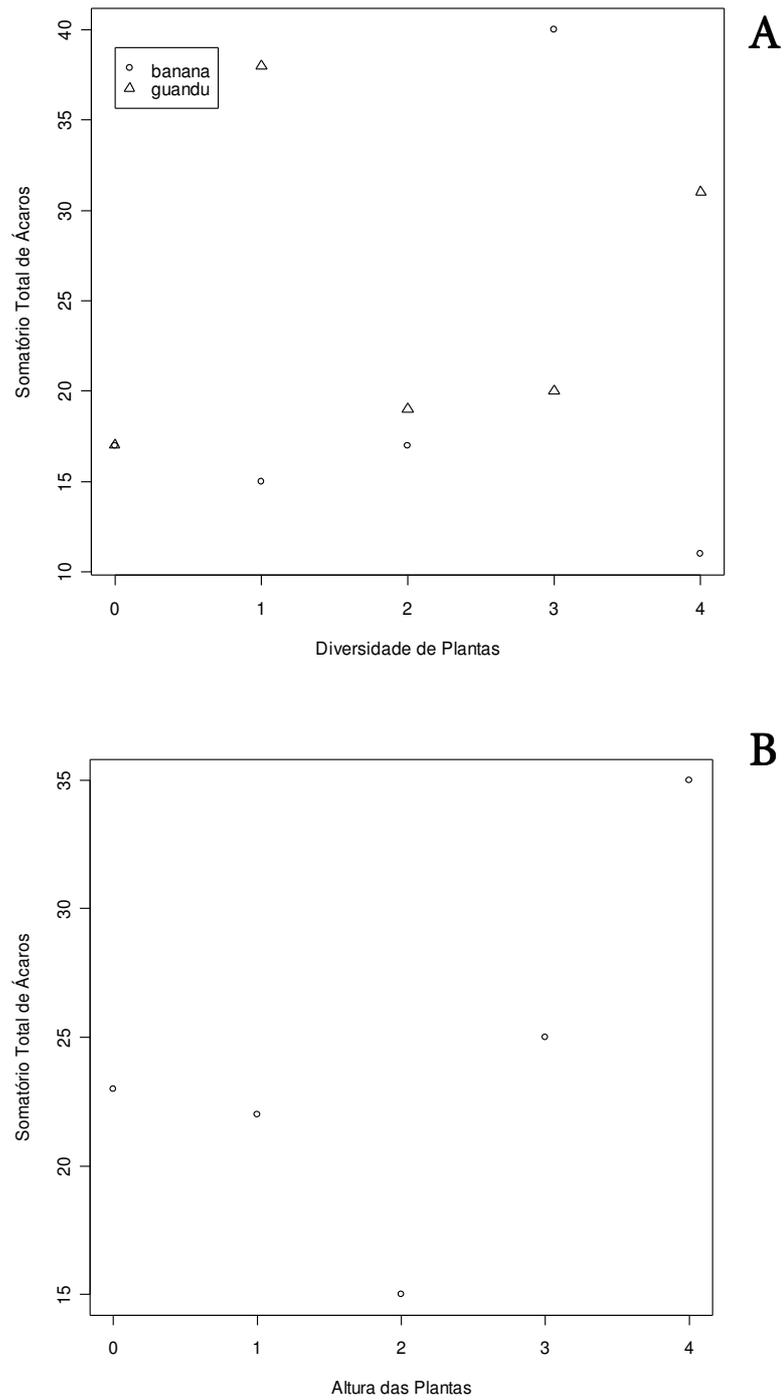
**Figura 5.** Relação entre a proporção de minas de *L. coffeella* predadas e o aumento da altura de plantas ( $F_{4,3}=0.7399$ ;  $P=0,389$ )



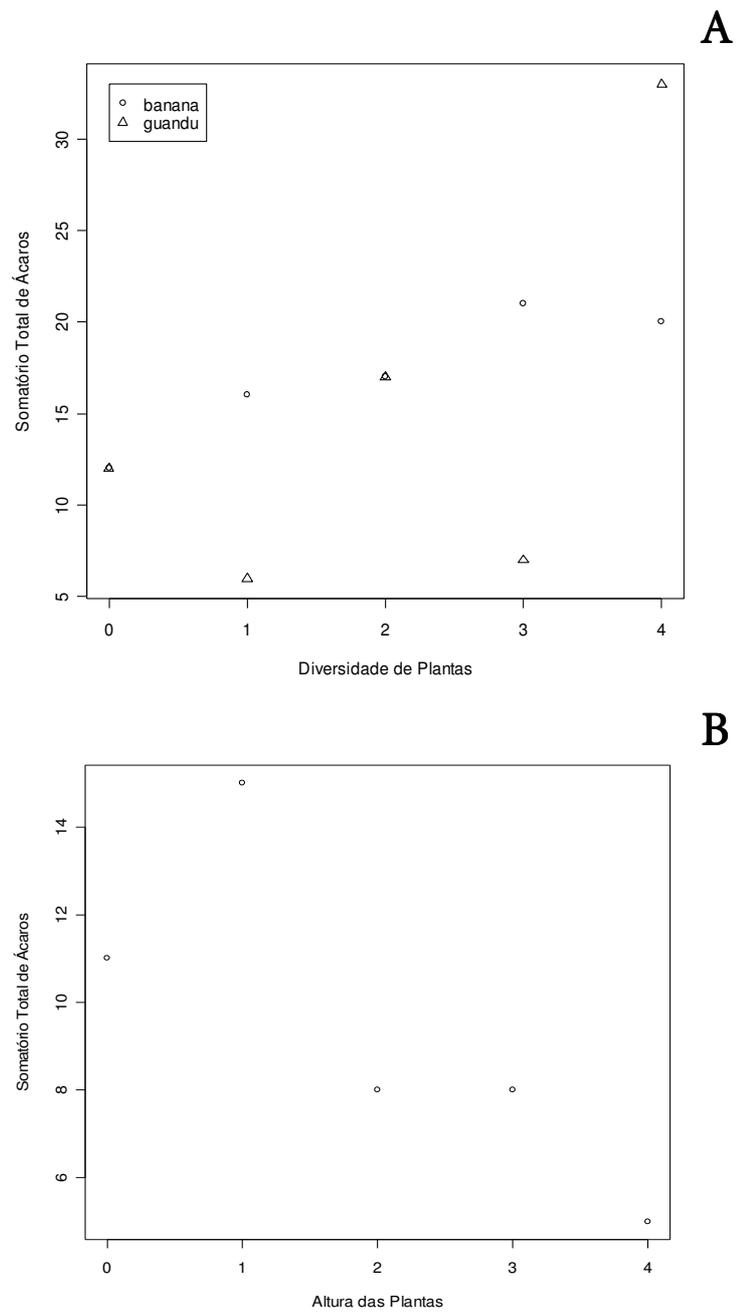
**Figura 6.** Relação não significativa entre a proporção de pupas de *L. coffeella* parasitadas e a diversidade em sistema parcialmente sombreado (banana) e não sombreado (guandu) ( $F_{5,4}=0,205$ ;  $P=0,8931$ ) (A) e altura ( $F_{4,3}=0,238$ ;  $P=0,8773$ ) (B) de plantas.



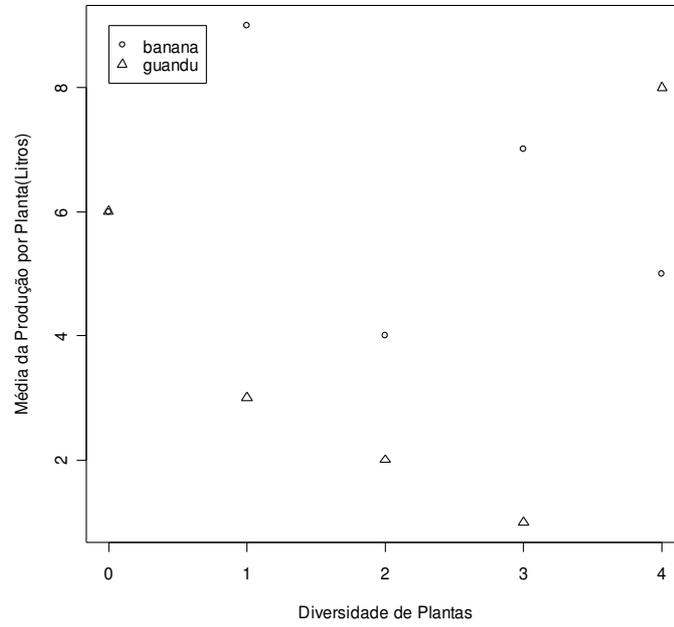
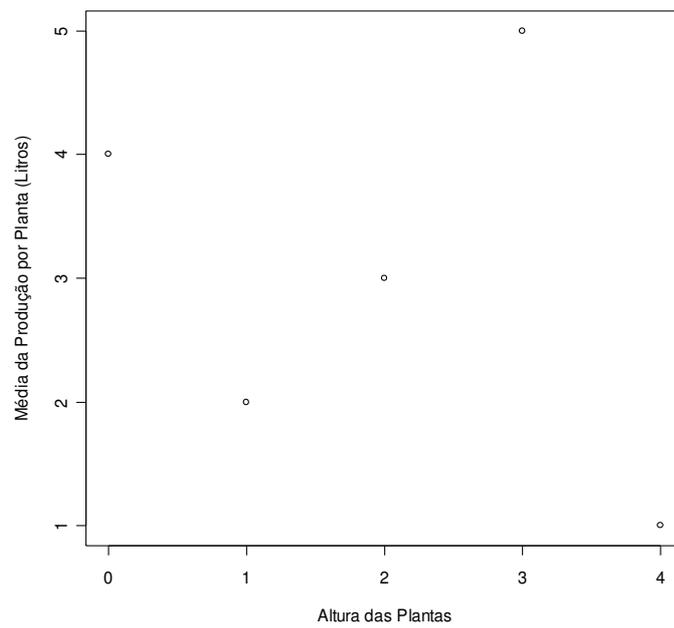
**Figura 7.** Relação não significativa entre a somatório total de *O. ilicis* observados e a diversidade em sistema parcialmente sombreado (banana) e não sombreado (guandu) ( $F_{5,4} = 0,622$ ;  $P = 0,695$ ), (A) e altura ( $F_{4,3} = 1,094$ ;  $P = 0,372$ ), (B) de plantas.



**Figura 8.** Relação não significativa entre a somatório total de ácaros predadores (família Phytoseiidae) observados e a diversidade em sistema parcialmente sombreado (banana) e não sombreado (guandu) ( $F_{5,4} = 0,198$ ;  $P = 0,947$ ) (A) e altura ( $F_{4,3} = 1,618$ ;  $P = 0,293$ ) (B) de plantas.



**Figura 9.** Relação não significativa entre a somatório total de ácaros predadores (família Tydeidae) observados e a diversidade em sistema parcialmente sombreado (banana) e não sombreado (guandu) ( $F_{5,4} = 1,791$ ;  $P = 0,296$ ) (A) e altura ( $F_{4,3} = 5,1327$ ;  $P = 0,108$ ) (B) de plantas.

**A****B**

**Figura 10.** Relação não significativa entre a produtividade e a diversidade em sistema parcialmente sombreado (banana) e não sombreado (guandu) ( $F_{5,4} = 1,337$ ;  $P = 0.401$ ). (A) e altura ( $F_{4,3} = 5.133$ ;  $P = 0.108$ ). (B) de plantas.

## Literatura Citada

- Altieri, M.A. & D.K. Letourneau. 1982.** Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences* 2: 131-169.
- Altieri, M.A. 1994.** Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. New York. 185p.
- Altieri, M.A. 1999.** The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
- Altieri, M.A. 2002.** Agroecologia: Bases científicas para a agricultura sustentável. Agropecuária. Guaíba. 592p.
- Andow, D.A. & S.J. Rish. 1985.** Predation in diversified agroecosystems: relations between a coocinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology* 22:357-372.
- Andow, D.A. 1991.** Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Avilés, D.P. 1991.** Avaliação das populações do bicho mineiro do cafeeiro *Perileuoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e de seus parasitóides e predadores: metodologias de estudo e flutuação estacional. Viçosa, UFV. 126p. (Dissertação de Mestrado).
- Bach, C.E. 1980.** Effects of plant density and diversity in the population dynamics of a specialist herbivore the striped cucumber beetle *Acalumma vittata* (Fab.). *Ecology* 61(6): 1515-1530.
- Barbosa, P. 1998.** Conservation biological control. Academy Press, California. 396p.
- Bernays, E. A. & R. F. Chapman. 1994.** Host-Plant selection by phytophagous insects. Chapman & Hall, New York. 312p.

- Chaves, J.C.D. & A. Callegari. 2001.** Adubação verde e rotação de culturas. Informe Agropecuário 22: 53-60.
- Corbett, A. & R.E. Plant. 1996.** Role of movement in the response of natural enemies to agroecosystem diversification: a theoretical evaluation. Environmental Entomology 22: 519-531.
- Crawley, M.J. 2002.** Statistical Computing: An introduction to data analysis using S-Plus. John Wiley & Sons. New York. 761p.
- DeBach, P. & D. Rosen. 1991.** Biological control by natural enemies. Cambridge University Press. New York. 440p.
- Gliessman, S.R. 2000.** Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. UFRGS. Porto Alegre. 635p.
- Gravena, S. 1992.** Controle biológico no manejo integrado de pragas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 27: 281-299.
- Hooks, C.R.R., H.R. Valenzuela & J. Defrank. 1998.** Incidence of pests and arthropod natural enemies in zucchini grown with living mulches. Agriculture, Ecosystems & Environment 69: 217-231.
- Ihaka, R. & R. Gentleman. 1996.** R: a language for data analysis and graphics. Journal of Computation and Graphical Statistics 5: 299-314.
- Landis, D.A., S.D. Wratten & G.M. Gurr. 2000.** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45: 175-201.
- Marino, P.C. & Landis, D.A. 1996.** Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. Ecological Applications 6: 276-284.
- Nakano, O., S.S. Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia Agrícola. FEALQ/USP. Piracicaba. 2002. 960p.
- Nestel, D., F. Dickchen & M. Altieri. 1994.** Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leaf-miner in Mexico. Ecological Entomology 19: 159-167.

- Nyrop, J., G. English-Loeb & A. Roda. 1998.** Conservation biological control of spider mites in perennial cropping systems. In: Barbosa, P. (ed.). Conservation Biological Control. Academy Press, California 307-333p.
- Ogol, C., J. R. Spence, A. Keddie. 1998.** Natural enemy abundance and activity in a maize-leucaena agroforestry system in Kenya. *Environmental Entomology* **27**: 1444-1451.
- Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra. 1991.** Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Editora Manole Ltda/CNPq. São Paulo. 359p.
- Parra, J. R. P., W. Gonçalves & A.A.C.M. Precetti. 1981.** Flutuação populacional de parasitos e predadores de *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) em três localidades do estado de São Paulo. *Turrialba* 3: 357-364.
- Päts, P., B. Ekbom & H. Skovgård. 1997.** Influence of intercropping on the abundance, distribution and parasitism of *Chilo* sp. (Lepidoptera: Pyralidae) eggs. *Bulletin of Entomological Research* 87: 507-513.
- Pimentel, D. 1961.** Species diversity and insect population outbreaks. *Annual Entomological Society America* 54: 76-86.
- Reis Júnior, R. 1999.** Interferência entre vespas predadoras e parasitóides de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lynettidae). Viçosa. UFV. 38p. (Dissertação de Mestrado).
- Reis, P.R., J.C. Souza & C.C.A. Melles. 1984.** Pragas do cafeeiro. *Informe Agropecuário* 10: 3-57.
- Reis, P.R., J.C. Souza & M. Venzon. 2002.** Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. *Informe Agropecuário* 23: 84-99.
- Root, R.B. 1973.** Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monograph* 43: 95-114.
- Russell, E.P. 1989.** Enemies' hypothesis: a review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environment Entomology* 18: 590-599.
- Sheehan, W. 1986.** Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: a selective review. *Environment Entomology* 15: 456-461.

- Souza, J.C., P.R. Reis & R.L.O. Rigitano. 1998.** Bicho-mineiro: biologia, danos e manejo integrado. Epamig. Belo Horizonte 48p.
- Strong, D.R., Lawton, J.H., Southwood, R. 1984.** Insects on plants: community patterns and mechanisms. Harvard University. London. 256p.
- Venzon, M., A. Pallini & D.S.S.L. Amaral. 2001.** Estratégias para o manejo ecológico de pragas. Informe Agropecuário 22:19-28.
- Verkerk, R.H.J.; S.R. Leather & D.J. Wright. 1998.** The potential for manipulating crop-pest-natural enemy interactions for improved insect pest management. Bulletin of Entomological Research 88:493-501.
- Wilby, A. & M.B. Thomas. 2002.** Are the ecological concepts of assembly and function biodiversity useful frameworks for understanding natural pest control? Agricultural and Forest Entomology 4: 237-243.
- Yu-hua, Y., Y. Yi, D. Xiang-ge & Z. Bai-ge. 1997.** Conservation and augmentation of natural enemies in pest management of Chinese apple orchards. Agriculture, Ecosystems & Environment 62: 253-260.

## Capítulo II

### **Utilização de caldas fitoprotetoras e biofertilizante no manejo ecológico de pragas do cafeeiro.**

#### **1. Introdução**

Em agroecossistemas de produção orgânica de alimentos existe uma demanda por métodos alternativos de controle de pragas. O manejo ecológico de pragas (MEP) integra estratégias ecológicas e sustentáveis para a redução de herbívoros e manutenção de inimigos naturais (Venzon *et al.* 2001). Assim busca-se, como estratégias, a diversificação da vegetação nos cultivos, procurando a eficiência do controle biológico natural de pragas (Barbosa, 1998; Altieri, 1999), além da utilização do controle biológico aplicado, feromônios, extratos de plantas e hormônios naturais, biofertilizantes e caldas fitoprotetoras (Venzon *et al.*, 2001).

O MEP, como em várias culturas, é uma alternativa para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.), o qual possui uma alta incidência de pragas (Reis *et al.*, 1984; Reis *et al.*, 2002). Muitos dos princípios ecológicos, como ciclagem de nutrientes e biodiversidade ambiental, são empregados na cafeicultura orgânica, a qual se torna um sistema emergente no contexto da agricultura (Teodoro & Caixeta, 1999). As caldas fitoprotetoras e biofertilizantes têm sido utilizados por produtores de café orgânico com o objetivo de complementar a nutrição de plantas. No entanto, estes produtos alternativos tem sido usados também com o objetivo de controlar as pragas, apesar de não existirem resultados científicos conclusivos sobre a eficiência destes.

A calda Viçosa, composta da mistura de sulfato de cobre, óxido de cálcio e micronutrientes, é amplamente utilizada na cafeicultura como fungicida, no controle da

ferrugem e para adubação foliar (Cruz Filho & Chaves, 1984; Herrera, 1994). Existem efeitos positivos correlacionados com o controle (Cruz Filho & Chaves, 1984) e repelência (Penteado, 2000) do bicho mineiro do cafeeiro *Leucoptera coffeella*. Porém, existem testes que mostram com o aumento da concentração de calda Viçosa ocasionou um acréscimo no ataque de *L. coffeella* (Herrera, 1994). A calda sulfocálcica, obtida pelo tratamento térmico de enxofre e cal, é recomendada pela sua ação inseticida/acaricida e repelentes (Flechtmann, 1985; Penteado, 2000; Polito, 2001).

Além das caldas fitoprotetoras, o uso de biofertilizantes produzidos em pequena escala tem se destacado basicamente pela sua simplicidade técnica de preparo e aplicação, pelos custos reduzidos e pela facilidade de obtenção dos componentes e sua formulação (Guerra, 1985; Gravena, 1998; Souza, 1998). O “supermagro” (SM) é um biofertilizante, utilizado em adubação foliar, que se caracteriza pela fermentação anaeróbica de esterco bovino, com a adição posterior de micronutrientes durante o processo (Silva & Carvalho, 2000). O SM tem sido recomendado pelo Centro de Tecnologia Alternativa (CTA/ZM, Viçosa-MG), para a utilização na cultura do café, não somente como adubação foliar, mas também para o controle do ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) e *L. coffeella* (Silva & Carvalho, 2000). Entretanto, os únicos resultados de pesquisa publicados, relacionados ao controle de pragas com a utilização do SM, referem-se à traça do tomateiro *Tuta absoluta*, onde não houve diferença significativa entre os danos provocados pela praga em plantas tratadas ou não com o SM (Picanço *et al.*, 1997, 1999).

Além dos possíveis efeitos diretos sobre os herbívoros, as caldas fitoprotetoras e os biofertilizantes têm sido indicados para o controle das pragas por aumentar a resistência das plantas aos ataques dos herbívoros (Penteado, 2000; Polito, 2001; Santos, 2001). Essa resistência está associada ao estado fisiológico da planta, o qual determina a composição de substâncias químicas nos tecidos vegetais e influencia a disponibilidade de nutrientes minerais para os herbívoros (Panizzi & Parra 1991; Morales *et al.*, 2001).

O excesso ou deficiência de nutrientes provoca alterações no metabolismo da planta que podem favorecer ou inibir o desenvolvimento de insetos fitófagos. Em plantio de brássicas com altas aplicações de potássio, observou-se redução da abundância de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) no sistema (Verkerk *et al.*, 1998).

Para o desenvolvimento de um programa de produção de café orgânico é necessário que o agricultor disponha de tecnologias alternativas eficientes para o controle de pragas e seletividade de inimigos naturais. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência no controle de pragas de caldas fitoprotetoras e de biofertilizantes, já utilizados empiricamente na cafeicultura orgânica. Foram conduzidos experimentos para verificar a ação da calda Viçosa, da calda sulfocálcica e do “supermagro” sobre duas pragas chave do café: bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* (Guér-Mènev.) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e o ácaro vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) Acari: Tetranychida); além da determinação ação no ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). Testou-se a ação das caldas fitoprotetoras e do biofertilizante “supermagro” através da avaliação dos seguintes efeitos: (1) efeito de repelência; (2) efeito na sobrevivência dos artrópodos; (3) efeito no ciclo ovo-adulto dos artrópodos estudados.

## **2. Materiais e Métodos**

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle Biológico da Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) do Centro Tecnológico da Zona da mata (CTZM), no período de agosto de 2002 a junho de 2003. Foram utilizadas plantas de café (*Coffea arabica* L.), variedade Catuaí, com seis meses de idade, obtidas da Fazenda Experimental da EPAMIG de Oratórios-MG. As plantas foram transplantadas para vasos de 40 cm de diâmetro, com substrato de terra e esterco bovino (3:1) e foram mantidas em casa de vegetação.

## 2.1. Criações dos artrópodos

**a) Criação de *L. coffeella*:** Para obtenção de indivíduos de *L. coffeella* foram coletadas folhas minadas em plantas de café nos Campos Experimentais da Universidade Federal de Viçosa (UFV). As folhas coletadas foram acondicionadas em gerbox<sup>®</sup> contendo espuma embebida em solução de hormônio de crescimento (Benzil Adenina, 10<sup>-6</sup> g/litro), para possibilitar a manutenção das folhas por um período de 30 dias (Reis Jr., 1999). As folhas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. sob condições controladas (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 14 horas de fotofase). A cada dois dias foi realizado a retirada das pupas formadas nas folhas, as quais foram colocadas em tubos de plásticos de 40 mL, com tampa de pressão. Os adultos emergidos eram transferidos dos tubos plásticos para gaiolas teladas (50 X 70 X 110 cm), contendo 10 vasos com plantas de café, com 6 meses de idade, as quais serviram de substrato para a realização das posturas. Para uma maior longevidade dos adultos foi feita a alimentação dos mesmos com uma solução de 10% de sacarose, colocado em algodão embebido na parte superior e exterior da gaiola (Nantes & Parra, 1978).

**b) Criação de *O. ilicis*:** Foram coletados ácaros em plantas de café nos Campos Experimentais da UFV. Plantas saudias, com seis meses de idade, foram infestadas com *O. ilicis* e acondicionadas em gaiolas teladas (50 X 70 X 110 cm), mantidas em casa de vegetação. Periodicamente, as plantas mortas pelo ataque dos ácaros eram substituídas por plantas não infestadas, possibilitando-se assim a manutenção da população de *O. ilicis*.

**c) Criação de *I. zuluagai*:** Os ácaros predadores foram obtidos inicialmente em plantas de café nos Campos Experimentais da UFV. Arenas constituídas de círculos plásticos (Ø = 8 cm) de cor preta foram perfuradas no centro por um alfinete entomológico, cuja base foi fixada com massa de modelar no interior de um gerbox<sup>®</sup>. Adicionou-se água no gerbox<sup>®</sup> para que os discos de folhas ficassem flutuando. Dessa maneira o disco ficava

fixo, e a água serviu de barreira para evitar escape dos ácaros. Em cada arena foram colocados fios de algodão sob uma lamínula de microscopia dobrada, com o objetivo de servir de local de abrigo e oviposição para os ácaros. A alimentação consistiu de pólen de mamona (*Ricinus communis*) (Reis *et al.*, 1998) e mel de abelha diluído em água destilada (Yamamoto & Gravena, 1996), sendo que ambos eram trocados de 2 em 2 dias.

## **2.2. Biofertilizante e Caldas Fitoprotetoras.**

**a) Biofertilizante “supermagro” (SM):** o biofertilizante foi obtido junto ao Centro de Tecnologia Alternativa – Zona da Mata (CTA/ZM), onde foi produzido com a metodologia de trabalho descrita por Silva & Carvalho (2000). Em todos os experimentos utilizou-se a concentração de 200 mL/L, proposta por Silva & Carvalho (2000) para controle de pragas no cafeeiro.

**b) Calda Viçosa (CV):** foi preparada de acordo com metodologia descrita por Cruz Filho & Chaves (1984), seguindo a composição de Herrera (1994). Inicialmente, foi colocado em um pequeno vasilhame com água um saco poroso contendo os sais e os micronutrientes e deixados por trinta minutos até a dissolução completa. Em um outro recipiente colocou-se água e cal, deixando até que a cal dissolvesse. A seguir, à solução de cal foi adicionado lentamente a solução contendo os sais, misturando-se bem. Em todos os experimentos utilizou-se a composição básica de 20g de sais e 3g de cálcio para cada litro de água (Cruz Filho & Chaves, 1985).

**c) Calda Sulfocálcica (CS):** a calda foi preparada de acordo com metodologia descrita por Penteadó (2000), sendo sua fabricação à alta temperatura (100 °C). Em todos os experimentos utilizou-se a concentração recomendada para o café de 34 mL/L (Penteadó, 2000).

### 2.3. Teste de Repelência

Foram conduzidos experimentos para verificar se plantas tratadas com o biofertilizante e as caldas fitoprotetoras apresentam efeito repelente sobre *L. coffeella*, *O. ilicis* e *I. zuluagai*.

- a) ***L. coffeella***: Para verificar o efeito de repelência foram utilizadas plantas de café, cultivar Catuaí, com 6 meses de idade e 10 pares de folhas, no intuito de se obter uniformidade de área. Os tratamentos consistiram de plantas pulverizadas com SM, com CV, com CS e com água (controle). Foram colocadas em gaiolas teladas com estrutura de madeira (50 X 50 X 50 cm) três plantas tratadas com um dos produtos e três plantas controle. Cada grupo de plantas foi posicionado em um dos cantos da gaiola. Cerca de 60 adultos de *L. coffeella* foram liberados nas gaiolas e deixados para oviposição por um período de 24 horas. Em microscópio estereoscópio avaliou-se o número de ovos depositados em cada folha destacada das plantas tratadas e do controle. Foram realizados três experimentos e em cada experimento os tratamentos foram repetidos quatro vezes. Cada repetição foi formada por uma gaiola com seis plantas, onde foram liberados 60 adultos de *L. coffeella*. Em cada repetição realizou-se a alternância de posição das plantas tratadas e do controle para se evitar o efeito de posição das plantas na oviposição dos insetos. Os dados da porcentagem de ovos depositados nas folhas foram normalizados pela transformação em arc-seno  $\sqrt{X} / 100$  e submetidos à análise de variância (ANOVA).
- b) ***O. ilicis***: Para avaliar o efeito repelente do biofertilizante e das caldas fitoprotetoras foram conduzidos testes com chance de escolha em discos de folhas de café ( $\varnothing = 2$  cm). Estes foram perfurados no centro por um alfinete entomológico, cuja base foi fixada com massa de modelar no interior de um gerbox<sup>®</sup>. Adicionou-se água no gerbox para que os discos de folhas ficassem

flutuando. Dessa maneira o disco ficou fixo e a água serviu para manter a qualidade da folha e como barreira para evitar escape dos ácaros. Nos discos foi realizada a aplicação de uma fina camada de cola, a base de água, para dividir o disco em duas metades. Os tratamentos consistiram na aplicação de SM, de CV e de CS em uma das metades do disco, enquanto na outra metade foi aplicado água (controle). Em seguida, colocou-se uma fêmea adulta de *O. ilicis* na ponta de cada alfinete para que essa fizesse a escolha por uma das metades do disco. Avaliou-se a posição dos ácaros no disco após 1, 12 e 24 h. Cada tratamento foi repetido doze vezes. Os dados de porcentagem de ácaros nas posições no disco foram submetidos ao teste de distribuição binomial.

- c) ***I. zuluagai***: Foram conduzidos testes com chance de escolha em discos de folhas de café ( $\emptyset = 3$  cm), seguindo a metodologia utilizada para *O. ilicis*. Os tratamentos consistiram na aplicação de SM, CV e CS em uma das metades do disco, enquanto na outra metade foi aplicado água. Em seguida, colocou-se uma fêmea adulta de *I. zuluagai* na ponta de cada alfinete para que essa fizesse a escolha por uma das metades do disco. Avaliou-se a posição dos predadores no disco após 1, 12 e 24 h. Cada tratamento foi composto de oito repetições. Os dados de porcentagem dos ácaros predadores nas posições no disco foram submetidos ao teste de distribuição binomial.

#### 2.4. Teste de Efeito Inseticida

Foi avaliado o efeito inseticida/acaricida (residual) do SM, da CV e da CS sobre *L. coffeella*, *O. ilicis* e *I. zuluagai*. Os artrópodos usados nos testes foram obtidos das criações mantidas no laboratório.

- a) ***L. coffeella***: Cinco plantas de café, de seis meses de idade, foram acondicionadas em gaiola telada (50 X 70 X 110 cm) e expostas a cerca de 100 adultos de bicho-

mineiro, por um período de 24 horas. Em seguida, selecionaram-se folhas contendo 4 ovos de *L. coffeella*. As folhas foram imersas em soluções aquosas de SM, CV, CS e em água (controle). Após secas, as folhas tratadas foram colocadas em gerbox<sup>®</sup>, com espuma embebida em solução de hormônio de crescimento Benzil Adenina ( $10^{-6}$  g/litro). As pupas formadas eram acondicionadas em tubos plásticos (40 mL) e observadas até a emergência dos adultos. As folhas e as pupas 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). Cada tratamento foi repetido cinco vezes. Avaliou-se a porcentagem de pupas formadas e adultos e da emergência dos adultos. Os dados que apresentaram diferenças significativas no teste F ( $p \leq 0,05$ ) foram comparados ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

- b) ***O. ilicis***: O teste foi realizado em ovos do ácaro vermelho. Uma fêmea adulta foi colocada em um disco de folha de café ( $\varnothing = 2,5$  cm) por 12 horas, para oviposição. Posteriormente, deixou-se 4 ovos por disco e eliminando-se o restante. Durante dez dias, avaliou-se a emergência de larvas. Os discos foram mantidos 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). O teste foi composto de 12 repetições em cada tratamento. Os dados da porcentagem de ovos depositados nas folhas foram normalizados pela transformação em arc-seno  $\sqrt{X}/100$ . Os dados que apresentaram diferenças significativas no teste F ( $p \leq 0,05$ ) foram comparados ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).
- c) ***I. zuluagai***: O teste foi realizado com fêmeas adultas de *I. zuluagai*. As folhas de café foram imersas por 5 segundos em solução aquosa de SM, CV, CS e água controle. Cada folha tratada foi colocada sobre uma espuma acondicionada em bandejas de plástico. As folhas foram circundadas por uma fina camada de algodão umedecido e na bandeja foi acrescentado água para manter a

turgescência da folha. Posteriormente, em cada folha foi adicionada uma fêmea de *I. zuluagai*, sendo alimentada com pólen de mamoneira trocado diariamente. Cada tratamento foi composto de 6 repetições. No teste todas as arenas foram mantidas em câmara tipo B.O.D. sob condições controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e 14 horas de fotofase). Avaliou-se a mortalidade das fêmeas por um período de 5 dias. Os dados foram submetidos a análise de sobrevivência com distribuição de Weibull (Crawley, 2002), onde a variável resposta foi o proporção de indivíduos vivos e a variável explicativa foi o tempo desde a instalação ao término do experimento. Para a análise foi utilizado o sistema estatístico R (Ihaka & Gentleman, 1996).

### 2.3. Teste do Ciclo Biológico

Foram utilizadas no experimento plantas de café, cultivar Catuaí, com seis meses de idade, as quais foram tratadas previamente com CV, com SM e com água (controle) em intervalos de 15 dias, por dois meses. O teste foi realizado com a CV e o SM devido ao fato destes produtos serem aplicados pelos agricultores periodicamente no cafezal, como adubo foliar (Cruz Filho & Chaves, 1985; Silva & Carvalho, 2000).

- a) ***L. coffeella***: Uma semana após a aplicação dos tratamentos dez plantas de café, por tratamento, foram colocadas em uma gaiola telada revestida de madeira (50 X 70 X 110 cm). Cerca de 200 adultos de *L. coffeella* foram liberados na gaiola e deixados por 24 horas para oviposição. Em seguida, foram coletadas 12 folhas por tratamento, contendo 3 ovos por folha, retirando-se o excesso quando necessário. As folhas coletadas foram acondicionadas em gerbox<sup>®</sup> contendo espuma embebida em solução de hormônio de crescimento (Benzil Adenina,  $10^{-6}$  g/litro). As folhas 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). Avaliou-se a duração e a viabilidade da fase de ovo e do período larval e pupal, além da porcentagem de emergência de adultos.

- b) *O. ilicis*: Foram montadas arenas com folhas retiradas das plantas previamente tratadas. Cada folha tratada foi colocada sobre uma espuma acondicionada em bandejas de plástico. As folhas foram circundadas por uma fina camada de algodão umedecido e na bandeja foi acondicionado água para manter a turgescência da folha. Posteriormente, foi colocado uma fêmea adulta de *O. ilicis*, por folha para realizar a oviposição. Após 12 horas, retirou-se a fêmea e o excesso de ovos, deixando 1 ovo por folha. Para cada tratamento foram feitas 15 repetições. Avaliou-se diariamente a duração e a viabilidade da fase de ovo, do período da fase larval e ninfal, do ciclo ovo-adulto e a taxa de oviposição.

Os dados obtidos, nos dois experimentos, foram normalizados, quando necessário, pela transformação  $\sqrt{X}$  e submetidos à análise de variância. As médias que apresentaram diferenças significativas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados

### 1. Teste de Repelência

#### 1.1. *L. coffeella*

Verificou-se diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre a porcentagem de ovos depositados em plantas tratadas com calda Viçosa (CV), calda sulfocálcica (CS), supermagro (SM) e com água (C). Em plantas tratadas com a SM a porcentagem média de oviposição por planta foi de  $15,53 \pm 18,61$  % de ovos por planta, enquanto que no controle foi de  $49,64 \pm 16,94$  % (Figura 1 A); com CV a média foi de  $24,0 \pm 0,09$ , sendo que controle apresentou  $63,0 \pm 26,39$ % dos ovos (Figura 1 B); com CS houve  $7,48 \pm 0,05$  % de ovos por planta enquanto obteve-se  $71,90 \pm 12,37$  % no controle (Figura 1 C).

#### 1.2. *O. ilicis*

Os resultados indicaram que o SM e a CS foram repelentes ao *O. ilicis*. Na análise conjunta dos dados, houve diferença significativa entre a posição ocupada pelo ácaro, que se direcionou para a metade não tratada em discos tratados com SM (72,22 % dos ácaros testados,  $P=0,011$ ), com CS (83,33 % dos ácaros,  $P= 0,001$ ); enquanto não houve diferença significativa nos discos tratados com CV (66,67 % dos ácaros,  $P= 0,065$ ) (Figura 2). No teste com CS nenhum dos ácaros sobreviveu.

#### 1.3. *I. zuluagai*

O ácaro predador foi repelido em discos tratados com CS. Na análise conjunta dos dados, houve diferença significativa entre a posição ocupada pelo ácaro, direcionando-se para a parte do controle em discos tratados com CS (75,00 % dos ácaros testados, ( $p=0,027$ ); enquanto não se observou diferença significativa com SM

(66,67 % dos ácaros testados, P=0,151) e com CV (58 % dos ácaros testados, P=1,69) (Figura 3).

## 2. Teste de Efeito Inseticida

### 2.1. *L. coffeella*

Quando as folhas de café contendo ovos de *L. coffeella* foram tratadas com as caldas e o biofertilizante, observou-se que a porcentagem de pupas formadas em folhas tratadas com a CS ( $16,0 \pm 8,0$  %), foi significativamente menor do que as formadas em folhas tratadas com SM ( $64,0 \pm 29,39$  %), com CV ( $68,0 \pm 29,99$  %) e com água ( $88,0 \pm 16,0$  %) (figura 4).

### 3.2. *Oligonychus ilicis*

A porcentagem de eclosão de ovos foi significativamente menor quando folhas de café contendo ovos de ácaro foram tratadas com SM ( $8,3 \pm 28,97$  %), CV ( $17,0 \pm 23,4$  %) e CS ( $17,0 \pm 23,7$  %), quando tratado com SM ( $8,3 \pm 28,97$  %), CV ( $17,0 \pm 23,4$  %) e CS ( $17,0 \pm 23,7$  %), em comparação com o controle ( $94,0 \pm 11,3$  %) (Figura 5).

### 3.3. *I. zuluagai*

Observou-se uma diferença significativa na inclinação da curva de sobrevivência de *I. zuluagai*, somente quando o predador esteve em contato com a CS. As outras curvas não diferiram do controle (Figura 6).

**TABELA 1.** Análise de sobrevivência para a distribuição de Weibull.

FV	Valor	EP	z	P
Controle (intercepto)	5.312	0.252	21.08	-
“Supermagro”	4.851	0.261	19.31	0,0772
Calda Viçosa	4.887	0.262	19.46	0,1060
Calda Sulfocálcica	4.602	0.261	18.36	0,0065

## 2. Teste do Ciclo Biológico

### 2.1. *L. coffeella*

A pulverização com SM e CV por dois meses em plantas de café, não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), quando comparado com água (C), no ciclo biológico de *L. coffeella* (Tabela 1). Apenas a fase de ovo foi influenciado pela aplicação da CV, onde houve um menor tempo no tratamento com CV (Tabela 2). Já a duração da fase larval e pupal não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 2).

**TABELA 2.** Média ( $\pm$  EP) da duração (dias) e da sobrevivência (%) da fase de ovo e das fases larval e pupal e do ciclo ovo-adulto de *L. coffeella*, criadas em folhas de cafeeiro tratadas com super magro (SM), calda Viçosa (CV) e água (C).

Tratamento	Fase de Ovo		Fase larval		Fase pupal		Ciclo Ovo-Adulto
	Duração <sup>1</sup>	Sobrevivência	Duração	Sobrevivência	Duração	Sobrevivência	Duração
SM	6,75 $\pm$ 0,62 a	100 $\pm$ 0,00 a	7,80 $\pm$ 0,42 a	81,81 $\pm$ 38,92 a	6,50 $\pm$ 0,53 a	81,81 $\pm$ 38,92 a	20,90 $\pm$ 0,57 a
CV	5,55 $\pm$ 0,52 b	90,90 $\pm$ 28,86 a	8,89 $\pm$ 0,33 a	72,72 $\pm$ 45,23 a	6,33 $\pm$ 0,50 a	72,72 $\pm$ 45,23 a	20,67 $\pm$ 0,87 a
C	6,45 $\pm$ 0,52 a	90,90 $\pm$ 28,86 a	7,82 $\pm$ 1,08 a	90,90 $\pm$ 28,86 a	6,55 $\pm$ 0,69 a	90,90 $\pm$ 28,86 a	20,82 $\pm$ 1,17 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelos testes F ( $p \geq 0,05$ ) e Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

### 2.2. *Oligonychus ilicis*

Observou-se uma maior duração no ciclo biológico de *O. ilicis* quando as plantas foram pulverizadas, previamente, com CV quando comparados com SM e C (Tabela 2). O tratamento com SM afetou a fase de ovo, porém no ciclo ovo-adulto não diferiu estatisticamente do controle. Em plantas tratadas com CV o ciclo Ovo-Adulto foi maior (Tabela 2). Também não houve diferença significativa na média de ovos ovipositados por fêmea por dia (Tabela 3)

**TABELA 3.** Média ( $\pm$  EP) da duração (dias) e da sobrevivência (%) da fase de ovo, das fases larval e ninfal e do ciclo ovo-adulto e oviposição diária de *O. ilicis*, criadas em folhas de café tratado com super magro (SM), calda Viçosa (CV) e água (C).

Tratamento	Período de Incubação		Fase larval e ninfal		Ciclo Ovo-Adulto	Oviposição Diária
	Duração <sup>1</sup>	Sobrevivência	Duração	Sobrevivência	Duração	Nº de ovos
SM	5,86 $\pm$ 0,36 a	77,77 $\pm$ 42,77 a	11,30 $\pm$ 0,67 a	78,57 $\pm$ 42,58 a	11,30 $\pm$ 0,67 a	2,29 $\pm$ 0,41 a
CV	6,36 $\pm$ 0,71 b	61,11 $\pm$ 50,16a	12,38 $\pm$ 0,74 b	83,33 $\pm$ 38,92 a	12,38 $\pm$ 0,74 b	2,33 $\pm$ 0,45 a
C	5,6 $\pm$ 0,69 ab	61,11 $\pm$ 50,16a	10,71 $\pm$ 0,95 a	100,00 $\pm$ 0,00 a	10,71 $\pm$ 0,95 a	2,20 $\pm$ 0,40 a

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelos testes F ( $p \geq 0,05$ ) e Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

## Discussão

As caldas fitoprotetoras e o biofertilizante “supermagro” apresentaram resultados importantes para a utilização no manejo ecológico de pragas. Os resultados apontam alguns efeitos desses produtos alternativos que podem auxiliar na redução populacional de *L. coffeella* e *O. ilicis* e na manutenção do ácaro predador *I. zuluagai* em agroecossistema de café.

O biofertilizante “supermagro”, utilizado como adubo foliar por cafeicultores, teve efeito de repelência na oviposição de *L. coffeella* e sobre adultos de *O. ilicis*, enquanto não repeliu o ácaro predador *I. zuluagai*; observou-se efeito ovicida para o *O. ilicis* e não houve efeito de mortalidade sobre o ácaro predador *I. zuluagai*. A calda Viçosa apresentou repelência à oviposição de *L. coffeella* e mostrou ação ovicida para o *O. ilicis*. Ocorreu também um aumento na duração do ciclo ovo-adulto de *O. ilicis*; não foi observado efeito de repelência e acaricida sobre *I. zuluagai*. Já a calda sulfocálcica teve efeito de repelência na oviposição de *L. coffeella* e sobre adultos de *O. ilicis* e de *I. zuluagai*; observou-se efeito ovicida para o *O. ilicis* e mortalidade para o ácaro predador *I. zuluagai*.

Em todas as caldas alternativas, observou-se o efeito de repelência na oviposição de *L. coffeella*. No teste com *O. ilicis* observou-se repelência com calda sulfocálcica e com “supermagro”. A escolha de locais de postura são influenciados por estímulos químicos. Existe uma série de compostos secundários nas plantas que atuam como repelentes como azadiractinas, taninos (Parra & Panizzi, 1991). Os biofertilizantes por serem compostos de fermentação de tecidos vegetais e adição de outros componentes provavelmente constituído de diversas substâncias químicas voláteis, como álcoois, fenóis e ésteres que podem alterar a localização e escolha da planta por artrópodos (Santos, 2000). A calda sulfocálcica por produzir gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) pode ter seu efeito de repelência associado a este fator. Mesmo existindo registro sobre o efeito de repelência da calda Viçosa em hortaliças e fruteiras (Penteado, 2000), não se sabe ao

certo qual mecanismo envolvido, podendo estar associado com o resíduo esbranquiçado deixado nas folhas tratadas. Segundo estudos de Caixeta (2002) existe uma preferência de oviposição por plantas vigorosas e com as folhas mais verdes, o que poderia explicar a repelência a plantas tratadas com os produtos alternativos, pois estes deixam uma camada de resíduos nas folhas.

O efeito inseticida/acaricida dos produtos alternativos podem estar associados a diversos mecanismos. O biofertilizante “supermagro”, utilizado principalmente como fonte de adubação foliar, possui efeitos positivos no desenvolvimento de bactérias benéficas, principalmente *Bacillus subtilis*, que inibe o desenvolvimento de fungos e bactérias causadoras de doenças em plantas (Pedini, 2000). A redução da eclosão de ovos de *L. coffeella* e *O. ilicis*, quando aplicado o biofertilizante, pode estar associado como o desenvolvimento de entomopatógenos. No entanto, os possíveis mecanismos envolvidos no efeito inseticida/acaricida precisam ser estudados. A calda Viçosa, empregada para controle de ferrugem do cafeeiro, tem efeito inibidor da germinação de esporos (uredosporos) (Penteado, 2000), associado ao sulfato de cobre; porém necessita-se de estudos para avaliar qual componente em sua fórmula é responsável pela redução de ovos eclodidos de *O. ilicis*. Produtos a base de cobre influenciam a população de *O. ilicis*, aumentando a média de ovos/fêmea/dia (Reis & Teodoro, 2000), sendo que a calda Viçosa e o “supermagro” possuem em sua composição sulfato de cobre, em quantidade de 50 % do que em oxicloreto de cobre. Mais estudos são necessários para determinar efeito na reprodução do *O. ilicis*.

O efeito inseticida/acaricida da calda sulfocálcica já vem sendo observado em vários agroecossistemas, com ação sobre ácaros, tripses e cochonilhas (Flechtmann, 1985; Penteado, 2000; Polito, 2001). Sua ação resulta da mistura de seus componentes, que ao ser aplicados nas plantas reagem com a água e o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), gerando gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e enxofre coloidal o que é tóxico para os artrópodos (Polito, 2001).

Nenhuma alteração no ciclo biológico de *L. coffeella* foi observada quando exposto a plantas tratadas com “supermagro” e calda Viçosa. A aplicação de calda Viçosa em plantas de café, aumentou o ciclo de ovo-adulto de *O. ilicis*, o que não ocorreu com ácaros expostos ao “supermagro”. O estado fisiológico da planta pode variar de acordo com sua nutrição da planta, o que pode influenciar oviposição, razão de crescimento, sobrevivência e reprodução dos herbívoros (Parra & Panizzi, 1991; Nestel *et al.*, 1994; Cortezo, 1998; Morales *et al.*, 2001). As caldas fitoprotetoras e biofertilizantes por serem fontes de nutrientes estão associados com aumento de resistência e tolerância das plantas ao ataque de herbívoros (Santos, 2000; Silva & Carvalho, 2000). Em teste com microácaro do tomateiro *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae), observou-se um aumento da população com o aumento da dose de nitrogênio e fósforo por hectare (Moreira, 1999). No entanto, não se determinou correlação entre o aumento da dose de nitrogênio e o aumento de população de diversos artrópodos no tomateiro (Letourneau, 1996).

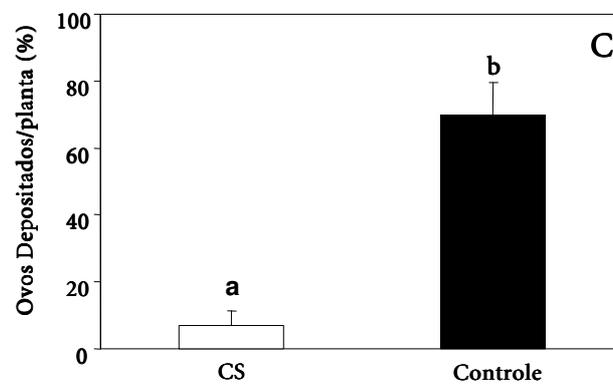
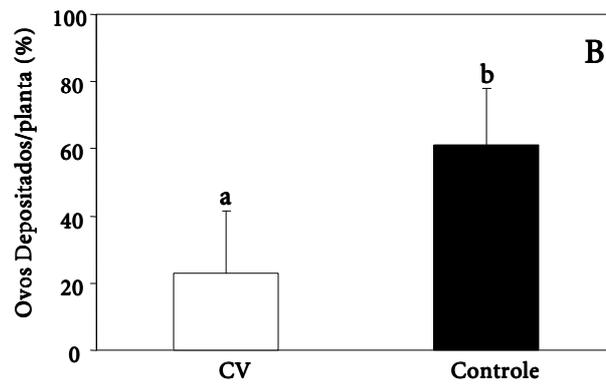
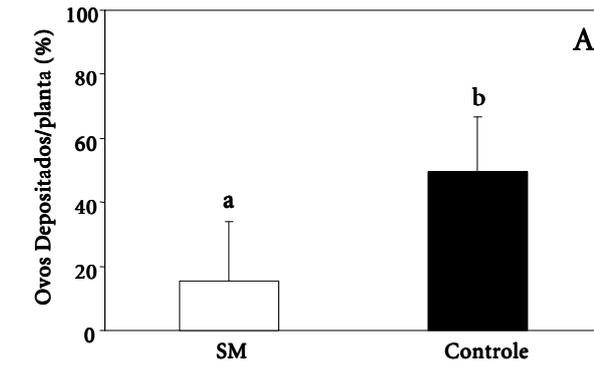
A não alteração na duração do ciclo biológico de *L. coffeella* pode estar relacionado com a fato de ser um herbívoro especialista, o que lhe confere uma maior resistência adaptativa às mudanças fisiológicas da planta de café. Já com relação ao *O. ilicis* o aumento da duração do ciclo ovo-adulto pode estar relacionado com a alteração nos teores minerais na planta, devido a composição da calda Viçosa. Folhas com maiores teores de Cálcio (Ca) tem um acréscimo na formação de oxalatos de cálcio nos tecidos foliares, o que pode conferir maior proteção ao ataque de herbívoros (Flores, 2001). Em plantas com baixas concentrações de Magnésio (Mg) ocorre um acúmulo de carboidratos o que esta relacionado com a susceptibilidade e quantidade de alimento para herbívoros (Caixeta, 2002). O Boro (B) e Cobre (Cu) são micronutrientes importantes na lignificação da parede celular e podem conferir maior resistência às plantas. Por conta da calda Viçosa possui estes nutrientes, pode-se provocar mudanças nas estruturas da planta, alterando o desenvolvimento de *O. ilicis*, já que o ácaro para se

alimentar necessita perfurar as células a fim de absorver o conteúdo celular (Reis *et al.*, 1997).

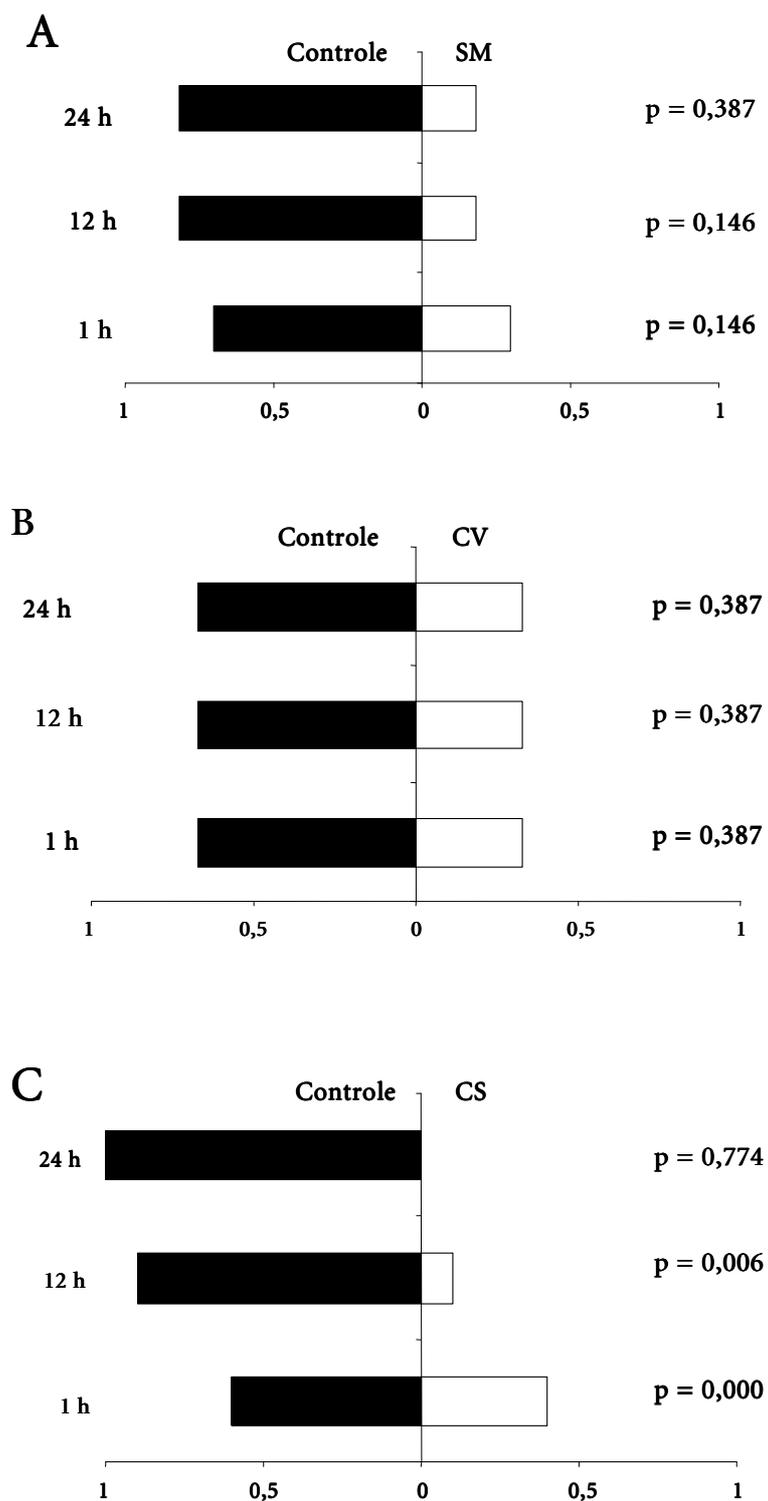
Quanto ao ácaro predador *I. zuluagai* observou-se uma seletividade do biofertilizante “supermagro” e calda Viçosa quanto ao efeito de mortalidade e de repelência. No entanto para a calda sulfocálcica, onde se observou mortalidade e repelência dos ácaros. Antes de se utilizar produtos alternativos no manejo ecológico de pragas deve-se avaliar em alguns efeitos relativos aos inimigos naturais, tais como: seletividade, longevidade, forrageamento, razão intrínseca de crescimento, fecundidade, localização de presas e taxa de predação (Ruberson *et al.*, 1998). O uso da calda sulfocálcica, diante dos resultados, deve se limitar a períodos de surto populacional, já que pode apresentar efeito de fitotoxicidade sobre plantas tratadas (Penteado, 2000).

O biofertilizante “supermagro” e a calda Viçosa apresentaram potencial para a utilização no MEP, em café ambos os produtos tiveram efeito negativo sobre pragas e positivos sobre inimigos naturais. O “supermagro” por não alterar significativamente o desenvolvimento dos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill e *Metarhizium anisopliae* (Metsh.) Sorok (Hirose *et al.*, 2001), pode não prejudicar o controle microbiano de insetos fitófagos.

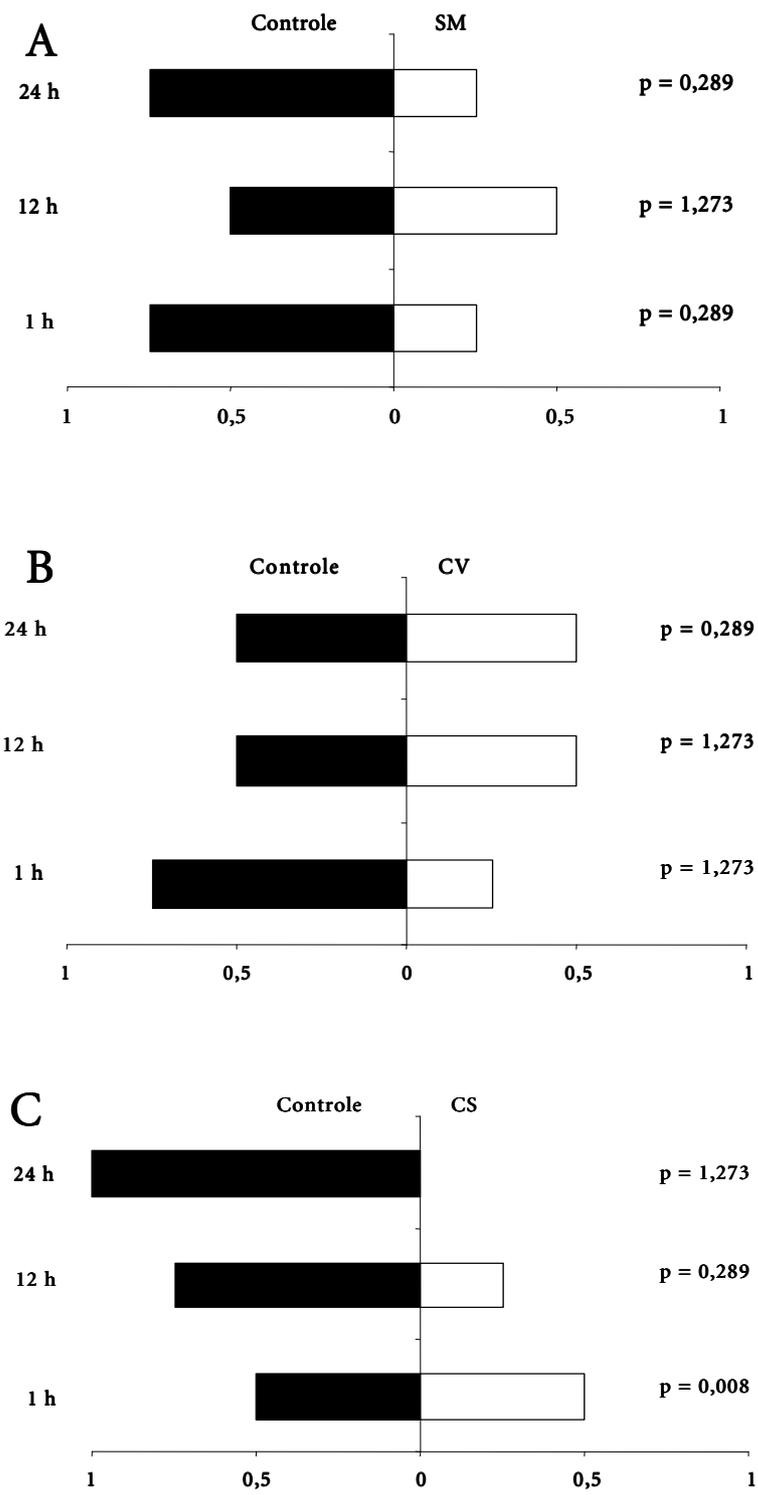
Mesmo com os efeitos positivos no manejo ecológico de pragas outros estudos são necessários para que se possa recomendar a utilização do “supermagro” e calda Viçosa. Assim, pode-se destacar alguns pontos: (i) determinar doses das caldas capazes de fazer um controle mais efetivo dos herbívoros, com atenção especial à possível fitotoxicidade e a seletividade a inimigos naturais; (ii) determinar os efeitos no campo, verificando os efeitos na flutuação populacional (iii) determinar quais os componentes responsáveis pela ação de repelência e inseticida (v) determinar os efeitos desses produtos em outros inimigos naturais associados com o agroecossistema do cafeeiro, como parasitóides e insetos predadores.



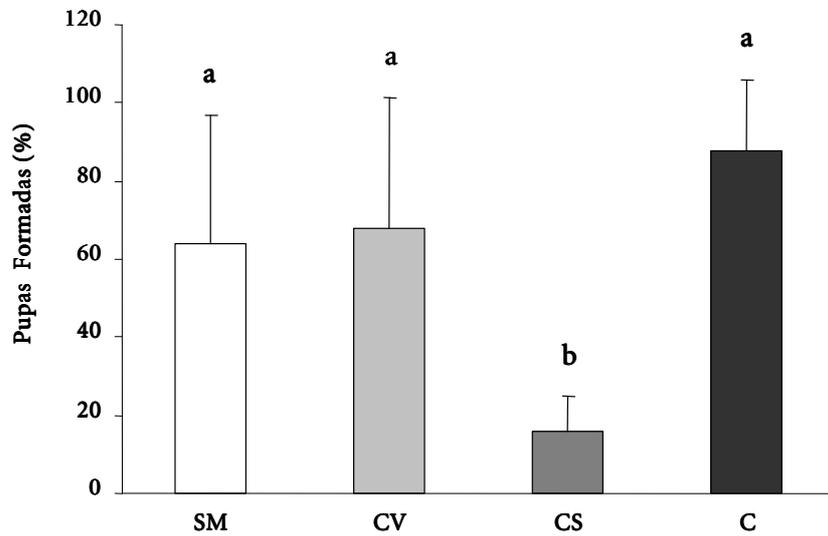
**Figura 1.** Porcentagem média de ovos de *L. coffeella* depositados por plantas tratadas com “supermagro” (SM) (A), calda Viçosa (CV) (B) e calda sulfocálcica (CS) (C). Barras com as mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).



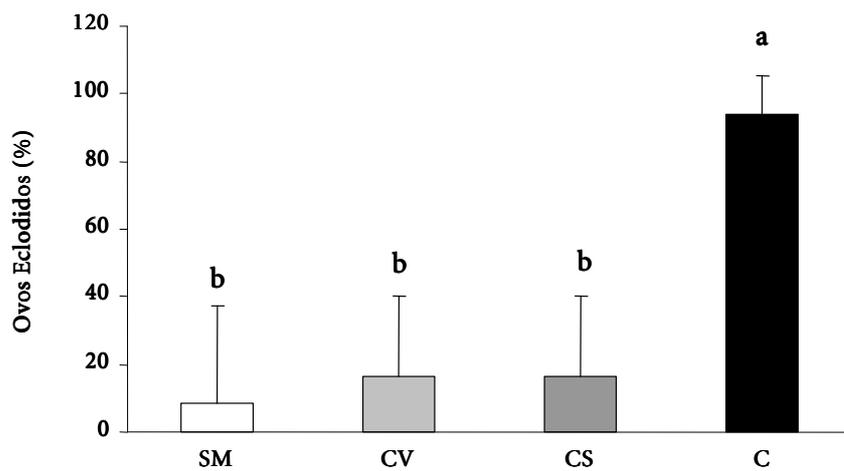
**Figura 2.** Proporção de *O. ilicis* nas metades dos discos de folhas tratadas com “supermagro” (SM) (A), calda Viçosa (CV) (B) e calda sulfocálcica (CS) (C), após 1, 12 e 24 horas. O resultado do teste binomial está presente ao lado de cada barra [Resultado agrupado de teste binomial: SM ( $P = 0,011$ ), CV ( $P = 0,652$ ) e CS ( $P = 0,000$ )].



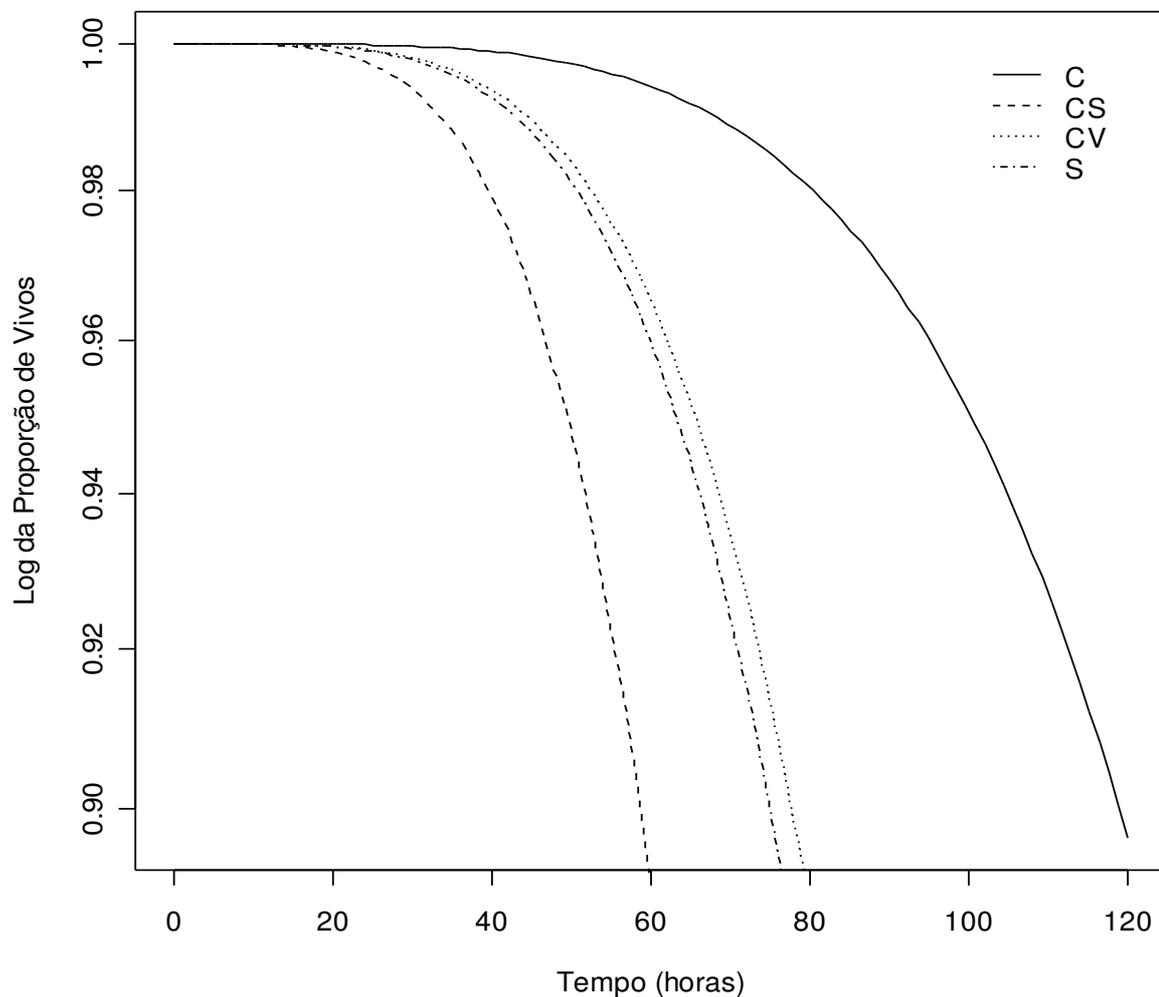
**Figura 3.** Proporção de *I. zuluagai* nas metades dos discos de folhas tratadas com “supermagro” (SM) (A), calda Viçosa (CV) (B) e calda sulfocálcica (CS) (C), após 1, 12 e 24 horas. O resultado do teste binomial está presente ao lado de cada barra [Resultado agrupado de teste binomial: SM ( $P = 0,151$ ), CV ( $P = 1,692$ ) e CS ( $P = 0,022$ )].



**Figura 4.** Porcentagem média de pupas de *L. coffeella* formadas em folhas tratadas com “supermagro” (SM), calda Viçosa (CV) e calda sulfocálcica (CS) e controle (C). Barras com as mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 5.** Porcentagem média de ovos de *O. ilicis* eclodidos em folhas tratadas com “supermagro” (SM), calda Viçosa (CV) e calda sulfocálcica (CS) e controle (C). Barras com as mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura 6.** Curvas de sobrevivência de *Iphiseiodes zuluagai* descritas pelo modelo de Weibull. Equações das curvas: controle (C)  $y = \exp(1)^{-((202.7553^{-(4.219409)}) * x^{(4.219409)})}$ ; calda sulfocálcica (CS)  $y = \exp(1)^{-((99.68348^{-(4.219409)}) * x^{(4.219409)})}$ ; calda Viçosa (CV)  $y = \exp(1)^{-((132.5553^{-(4.219409)}) * x^{(4.219409)})}$ ; “supermagro” (SM)  $y = (\exp(1)^{-((127.8682^{-(4.219409)}) * x^{(4.219409)})})$ ,

## Literatura Citada

- Altieri, M.A. 1999.** The ecological role of biodiversity in Agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74: 19-31.
- Barbosa, P. 1998.** Conservation Biological Control, Academy Press, California. 396p.
- Caixeta, S.L. 2002.** Nutrição de mudas de cafeeiro com N e K e intensidade de ataque do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*). Dissertação de Mestrado. Viçosa. 62p.
- Crawley, M.J. 2002.** Statistical Computing: An introduction to data analysis using S-Plus. John Wiley & Sons. New York. 761p.
- Cruz Filho, J. & G.M. Chaves. 1985.** Calda Viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro. Imprensa Universitária. Viçosa. 22p.
- Fletchmann, C.H.W. 1985.** Ácaros de importância agrícola. Nobel. São Paulo. 187p.
- Flores, B.M. 2001.** Herbivory and calcium concentrations affect calcium oxalate crystal formation in leaves of sida (Malvacea). *Annual of Botany*. 88: 387-391.
- Gravena, S. 1998.** Tecnologias ambientalmente saudáveis na agricultura, florestas e controle de vetores de doenças humanas. IBAMA-DITAM/DIRPED. Brasília. 110p.
- Guerra, M.S. 1985.** Receituário caseiro: alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos. EMATER. Brasília. 166p.
- Herrera, 1994.** Controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho-mineiro e nutrição do cafeeiro com a aplicação de calda Viçosa. UFV. 77p. (Dissertação de Mestrado).
- Hirose, E.; P.M.O.J. Neves; J.A.C. Zequi; L.H. Martins; C.H. Peralta & A. Moino Jr. 2001.** Effect of biofertilizers and neem Oil on the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill and *Metarhizium anisopliae* (Metsh.) Sorok. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44: 419-423.
- Ihaka, R. & R. Gentleman. 1996.** R: a language for data analysis and graphics. *Journal*

of Computation and Graphical Statistics 5: 299-314.

- Letourneau D.K.; L.E. Drinkwater & C. Shennan. 1996.** Effects of soil management on crop nitrogen and insect damage in organic vs. conventional tomato fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 57: 179-187.
- Morales, H.; I. Perfecto & B. Fergunson. 2001.** Traditional fertilization and its effect on corn insect populations in Guatemalan highlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 84: 145-155.
- Moreira, A.; J.V. Oliveira; F.N.P. Haji & J.R. Pereira. 1999.** Efeito de diferentes níveis de NPK na interação de *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae), em tomateiro no submédio do Vale do São Francisco. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 28: 275-284.
- Nantes, J.F.D. & J.R.P. Parra. 1978.** Influência da alimentação sobre a biologia de *Perileucoptera coffeella* (Guerin-Meneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae). *Científica* 6: 263-268.
- Nestel, D.; F. Dickchen & M. Altieri. 1994.** Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leaf-miner in Mexico. *Ecological Entomology* 19: 159-167.
- Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra. 1991.** Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Editora Manole Ltda/CNPq. São Paulo. 359p.
- Pedini, S. 2000.** Produção e certificação de café orgânico. p. 333-360. In: Zambolim, L. (ed.) *Café: produtividade, qualidade e sustentabilidade*. UFV, Viçosa. p. 333-360.
- Penteado, S.R. 2000.** Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa. Buena Mendes Gráfica e Editora. Campinas. 95p.
- Picanço, M., A. Pallini Filho & G.L.D. Leite. 1999.** Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate. *Manejo Integrado Del Plagas* 54: 27-30.
- Picanço, M.; F.C. Faleiro; A. Pallini Filho & A.L. Matielo. 1997.** Perdas na produtividade do tomateiro em sistemas alternativos de controle fitossanitário. *Horticultura Brasileira* 15: 88-91.
- Polito, W.L. 2001.** Os fertiprotetores (calda sulfocálcica, calda bordalesa, calda Viçosa

e outros) no contexto da trofobiose. In: Hein, M. (org). Resumos do 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Agroecológica. Botucatu. p. 75-89.

**Reis Júnior, R. 1999.** Interferência ente vespas predadoras e parasitóides de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lynettidae). Viçosa. UFV. 38p. (Dissertação de Mestrado).

**Reis P.R., E.B. Alves & E.O. Souza. 1997.** Biologia do ácaro-vermelho do cafeeiro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). Ciência e Agrotecnologia. 21: 260-266.

**Reis, P.R. & A.V. Teodoro. 2001.** Efeito do oxiclreto de cobre sobre a reprodução do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). Ciência e Agrotecnologia. 24: 347-352.

**Reis, P.R., L.G. Chiavegato & E.B. Alves. 1998.** Biologia do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 27: 185-191.

**Reis, P.R., J.C. Souza & M. Venzon. 2002.** Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. Informe Agropecuário 23: 84-99.

**Reis, P.R.; J.C. Souza & C.C.A. Melles. 1984.** Pragas do cafeeiro. Informe Agropecuário 10: 3-57.

**Ruberson, J.R.; H. Nemoto & Y. Hirose. 1998.** Pesticides and conservation of natural enemies in pest management. In: Barbosa, P. (ed.). Conservation Biological Control, Academy Press, California. p. 207-220. p 207-220.

**Santos, A.C.V. 2001.** A Ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti e fitoprotetor em lavouras comerciais. p. 91-101. Em: Hein, M. (org). 1º Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Agroecológica. Botucatu. 196p.

**Silva, B.M. & A.F. Carvalho 2000.** Novo Supermagro: o Biofertilizante. CTA/ZM. Viçosa. 16p.

**Souza, J.L. 1998.** Agricultura orgânica: Tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória. 58 p.

**Teodoro, V.C.A. & I.F. Caixeta. 1999.** Bases para produção de Café Orgânico. Lavras,

UFLA. 45p.

**Venzon, M., A. Pallini & D.S.S.L. Amaral. 2001.** Estratégias para o manejo ecológico de pragas. Informe Agropecuário 22:19-28.

**Yamamoto, P. T. & S. Gravena. 1996.** Influência da temperatura e fontes de alimento no desenvolvimento e oviposição de *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 25:109-115.

## Conclusões Gerais

As estratégias de manejo ecológico de pragas tem influencia na regulação de herbívoros e na conservação do controle biológico. O manejo da diversidade de plantas e o uso de calda calda Viçosa e de biofertilizante “supermagro” tem potencial na regulação de pragas na cafeicultura e no desenvolvimento de inimigos naturais.

- O manejo da diversidade em sistemas não sombreados de café orgânico atuou aumentando a predação com o acréscimo na diversidade de plantas.
- A altura das leguminosas, no experimento de arquitetura da diversidade, aumentou o ataque de *L. coffeella*.
- A produção não foi alterada significativamente com o manejo e alteração da diversidade nos sistemas parcialmente sombreado e não sombreado.
- A calda sulfocálcica controlou eficientemente ovos de *L. coffeella* e *O. ilicis* e repeliu adultos desses dois herbívoros. No entanto, não foi seletivo ao ácaro predador *I. zuluagai*.
- A calda Viçosa e “supermagro” provocaram repelência de *L. coffeella* e *O. ilicis*. Apesar de não ter controlado ovos de *L. coffeella*, foi eficiente no controle de ovos de *O. ilicis* e seletiva ao ácaro predador *I. zuluagai*.
- O ciclo biológico de *O. ilicis* foi alterado em plantas tratadas com calda Viçosa, podendo estar associado ao aumento de resistência das plantas aos herbívoros.