

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

A Diversificação da Vegetação Reduz o Ataque do Bicho-Mineiro-do-Cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)?

DANY S AMARAL¹, MADELAINE VENZON², ANGELO PALLINI¹, PAULO C LIMA², OG DESOUSA¹

¹Univ Federal de Viçosa, Depto de Biologia Animal/Entomologia, Av P H Rolfs s/n, Campus UFV, 36570-000 Viçosa, MG, Brasil; danyamaral@ufv.br; pallini@ufv.br; og.souza@ufv.br

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional EPAMIG Zona da Mata, Vila Gianetti 46, 36570-000 Viçosa, MG, Brasil; venzon@epamig.ufv.br; plima@epamig.ufv.br

Edited by Kleber Del Claro – UFU

Neotropical Entomology 39(4):543-548 (2010)

Does Vegetational Diversification Reduce Coffee Leaf Miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) Attack?

ABSTRACT - The effects of increasing plant diversity on the population of the coffee leaf-miner *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) were investigated in two organic coffee production systems. One system consisted of coffee intercropped with banana trees (shaded system) and the other one of coffee intercropped with pigeon pea (unshaded system). The increase in plant diversity on both systems was achieved via introduction of green manures such a perennial pea nut, sunn hemp and Brazilian lucerne. The population of *L. coffeella*, predation and parasitism of *L. coffeella* mines were biweekly evaluated during eight months. The increase in plant diversity on both systems did not affect the attack of *L. coffeella* on coffee leaves and the mine parasitism rate. However, there was a positive and significant relationship between increasing plant diversity and coffee leaf mine predation by wasps on unshaded coffee system and a negative relationship on shaded coffee system.

KEY WORDS: Organic coffee, green manure, Vespidae, parasitoid

A diversidade de plantas tem sido manipulada em alguns agroecossistemas como estratégia para redução do ataque de insetos herbívoros (Root 1973, Andow 1991, Landis *et al* 2000, Altieri *et al* 2003). Existem duas hipóteses ecológicas para explicar a redução populacional de pragas em sistemas com vegetação diversificada: a) *hipótese da concentração de recursos*, a qual prediz que os herbívoros têm maior dificuldade em encontrar e colonizar plantas hospedeiras em sistemas diversificados devido à diversidade de estímulos olfativos e visuais associados às distintas espécies de plantas presentes (Root 1973, Andow 1991), e b) *hipótese dos inimigos naturais*, que propõe que a abundância de inimigos naturais é maior em cultivos diversificados devido a maior disponibilidade de alimentos alternativos, como néctar, pólen e *honeydew*, ao fornecimento de áreas de refúgio e de microclima para condições adversas, e à disponibilidade de presas alternativas em épocas diversas (Andow 1991, Landis *et al* 2000, Gurr *et al* 2003).

Como estratégia de controle biológico, a diversificação de plantas deve compreender (1) o arranjo de espécies no espaço e tempo, (2) a composição e abundância de vegetação alternativa dentro e/ou no entorno de áreas de cultivo, (3) o tipo e intensidade de manejo das espécies empregadas (Altieri 1999). A manipulação da vegetação pode ocorrer dentro

da área de plantio ou em toda a extensão da propriedade pelo manejo de plantas invasoras, consórcio de culturas, preservação de vegetação adjacente, implantação de sistemas agroflorestais e introdução de coberturas verdes (Vandermeer 1989, Gravena 1992, Altieri 1994, Pickett & Bugg 1998, Verkerk *et al* 1998, Shanker & Solanki 2000).

Algumas técnicas de diversificação da vegetação utilizadas para a redução populacional de pragas, apesar de terem grande valor potencial, possuem alguns problemas operacionais para sua implantação em sistemas convencionais de cultivo. Entretanto, em sistemas agrícolas em que se procuram sustentabilidade e conservação de recursos naturais, a substituição de práticas convencionais por alternativas já é uma medida preconizada. Em sistemas de cultivo orgânico, por exemplo, as técnicas de controle biológico conservativo, baseadas na diversificação da vegetação, harmonizam-se perfeitamente e podem ser conjugadas às práticas utilizadas para outros fins como a adubação verde, utilizando-se espécies de plantas que forneçam recursos aos inimigos naturais. É o caso do agroecossistema cafeeiro que abriga grande diversidade de predadores e parasitoides (Reis *et al* 2002).

No entanto, nem sempre a densidade populacional dos inimigos naturais é suficiente para manter as populações de

herbívoros em níveis que não causem danos econômicos. Uma possibilidade de aumentar a efetividade de predadores e parasitoides no agroecossistema cafeeiro seria o fornecimento de pólen e néctar através da introdução de plantas que forneçam tais recursos. Muitos produtores de café, em especial de café orgânico, já diversificam seus cafezais utilizando adubos verdes (Guimarães et al 2002, Santos et al 2002). Essa prática proporciona melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo e contribui para a redução da incidência de doenças e de plantas espontâneas (Espíndola et al 1997, Lu et al 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do aumento da diversidade da vegetação, através da introdução de adubos verdes, sobre a população de uma das pragas mais importantes do cafeeiro, o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville), em dois sistemas de plantio orgânico de café. Testaram-se as hipóteses de que o aumento da diversidade de vegetação a) reduz o ataque do herbívoro e b) aumenta a abundância e eficiência dos inimigos naturais.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na unidade experimental da EPAMIG em Heliadora, MG (22°00' S X 45°31' W) em sistemas orgânicos de produção de café (*Coffea arabica*) com a cultivar Oeiras, com três anos de idade. O efeito da diversidade de plantas associadas ao cafeeiro sobre as populações de pragas e inimigos naturais foi avaliado em dois sistemas de produção de café orgânico, um arborizado e outro não-arborizado. No sistema arborizado, o café foi associado a plantas de banana (*Musa* spp.) dispostas de 10 m em 10 m, na linha do cafeeiro. No sistema não arborizado, o café foi associado ao guandu (*Cajanus cajan*). O aumento da diversidade nos dois sistemas foi proporcionado pela inclusão de diferentes espécies de leguminosas. A diversidade 0 foi representada por talhões com somente plantas de café; a diversidade 1 por talhões com banana (arborizado) ou guandu (não-arborizado), os quais também estavam presentes nas diversidades maiores; a diversidade 2 foi composta com o acréscimo de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*); a diversidade 3 com acréscimo de crotalária (*Crotalaria juncea*); e a diversidade 4 com o acréscimo de estilozantes (*Stylosanthes guianensis*).

Cada tratamento de diversidade foi instalado em um talhão de 75,6 m² compreendendo quatro linhas de plantas de café com 18 indivíduos 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 às amostragens. Foram realizadas, no total, onze amostragens nas plantas de café nos dois sistemas, em intervalos quinzenais, no período de outubro de 2002 a maio de 2003. Em cada data de amostragem, três plantas da parcela útil foram avaliadas. Para avaliação da infestação de *L. coffeella*, em cada uma das três plantas, foram coletadas cinco folhas de quatro ramos, localizados no terço médio da planta, em cada quadrante (norte, sul, leste, oeste). As cinco folhas de cada ramo foram coletadas a partir do quinto internódio. No total, foram coletadas 20 folhas por planta, totalizando

60 folhas por tratamento (talhão) por data de amostragem. No laboratório, foi realizada a contagem do número total de folhas minadas e do número de minas nessas folhas. Com o objetivo de evitar problemas de subestimativa de populações do bicho-mineiro, quando foi detectada a presença de minas com mais de 0,5 cm², o número de minas foi contado como sendo originada de diferentes lagartas (Nestel et al 1994).

Na avaliação da predação foram examinadas as mesmas folhas observando-se ao microscópio estereoscópico as minas dilaceradas na parte abaxial e/ou adaxial, sintoma associado à predação de himenópteros da família Vespidae (Parra et al 1981, Reis et al 2002). A proporção de predação foi considerada como sendo o número total de minas predadas dividido pelo número total de minas.

Para avaliar o parasitismo em *L. coffeella*, foi coletado separadamente da amostragem anterior, um grupo de 10 folhas minadas, com diâmetro médio de 0,3 cm, por talhão nas plantas da área útil. No laboratório, as folhas foram mantidas em solução de hormônio de crescimento (Benzil adenina, 10⁻⁶ g/l), por um período de até 30 dias (Reis Jr et al 2000). Diariamente eram retiradas todas as pupas formadas nas folhas e transferidas para tubos plásticos (40 ml), onde se observavam a emergência de parasitoides ou de adultos de *L. coffeella*. Todos parasitoides encontrados foram individualizados e conservados em etanol a 70%, para posterior identificação. As folhas e as pupas foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. sob condições controladas (25 ± 2°C, 70 ± 10% UR e 12h de fotofase). A proporção de parasitismo foi determinada pelo número total de parasitoides emergidos dividido pelo total de pupas de *L. coffeella* formadas.

As análises estatísticas investigaram os efeitos do cultivo de café em consórcio com outras plantas sobre as populações de bicho-mineiro. Para tanto, estabeleceu-se como variáveis-resposta o ataque de bicho-mineiro aos cafeeiros de cada talhão, revelado por quatro diferentes instâncias: (i) o somatório do número de folhas minadas, (ii) o somatório do número de minas nas folhas, (iii) o percentual de minas predadas relativo ao total de minas nas folhas, e (iv) o percentual de minas parasitadas relativo ao total de minas nas folhas de cafeeiro. As variáveis independentes em questão foram (i) arborização do consórcio e (ii) diversidade de plantas consorciadas. A utilização de plantas de banana ou de guandu em consórcio com o café representou, respectivamente, as instâncias “com arborização” e “sem arborização” da variável independente (i) acima. O número de espécies diferentes de plantas cultivadas em conjunto com o cafeeiro estabeleceu um gradiente na variável “diversidade de plantas consorciadas”, que foi desde nenhuma espécie adicional (isto é, somente o cafeeiro) até quatro plantas adicionais ao cafeeiro (amendoim, crotalária, estilozantes + guandu ou bananeira). Desta forma, foi possível conduzir uma regressão múltipla para cada uma das variáveis-resposta, em cujo modelo completo incluíam-se as variáveis “arborização do consórcio” e “diversidade de plantas consorciadas”, bem como suas interações de primeira ordem. Adicionalmente, o termo quadrático da variável “diversidade de plantas consorciadas” foi incluído no modelo, para investigar eventuais curvaturas nas curvas obtidas.

Todas as análises foram conduzidas usando Modelagem

Linear Generalizada, sob erros Poisson ou Binomial, respectivamente para o caso de variáveis-resposta em contagens (ex. somatório de folhas minadas) ou em proporções (ex. percentual de minas predadas) (Crawley 2002). As análises foram executadas no sistema estatístico R (Ihaka & Gentleman 1996, R Development Core Team 2007) e foram seguidas por análises de resíduos para verificar a adequabilidade da distribuição dos erros e o ajuste dos modelos mínimos obtidos, incluindo quando apropriado a verificação sobre a dispersão. Modelos completos foram construídos incluindo todas as variáveis explanatórias e interações (veja acima) de acordo com sua complexidade. A simplificação do modelo foi obtida pela extração dos termos não significativos ($P < 0,05$), começando pelo termo mais complexo.

Resultados

O número total de folhas minadas por *L. coffeella*, ao longo das amostragens, não foi afetado pelo aumento da diversidade nos sistemas arborizado (com banana) e não-arborizado (com guandu) ($F_{5,4} = 0,662$; $P = 0,673$) (Fig 1). Da mesma forma, o número total de minas nas folhas coletadas não teve correlação com o aumento na diversidade ($F_{5,4} = 2,03$; $P = 0,211$) nos dois sistemas avaliados (Fig 2).

A diversidade de plantas associadas ao cafeeiro afetou diferentemente e significativamente a proporção de minas predadas nos sistemas estudados ($F_{5,4} = 19,03$; $P = 0,000$). Com o aumento da diversidade, a proporção de minas predadas se reduziu no sistema arborizado e aumentou no sistema não-arborizado (Fig 3).

As principais espécies de parasitoides associadas ao bicho-mineiro foram os braconídeos *Orgilus niger* Pentead-Dias, *Stiropius reticulatus* Pentead-Dias, *Centistidea striata* Pentead-Dias e *Horismenus* spp. Não se observou emergência de mais de um parasitóide por pupa. As espécies foram agrupadas e a análise foi feita com base na proporção de minas parasitadas, em relação às minas coletadas. O

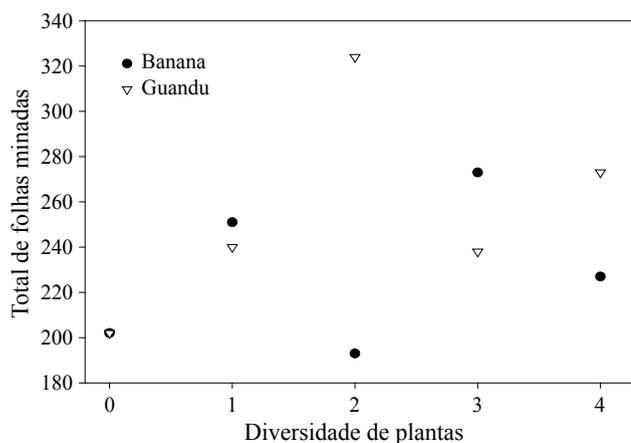


Fig 1 Relação não significativa entre o número total de folhas com minas de *Leucoptera coffeella* e o aumento da diversidade de plantas em sistemas de café arborizados e não-arborizados ($F_{5,4} = 0,662$; $P = 0,673$).

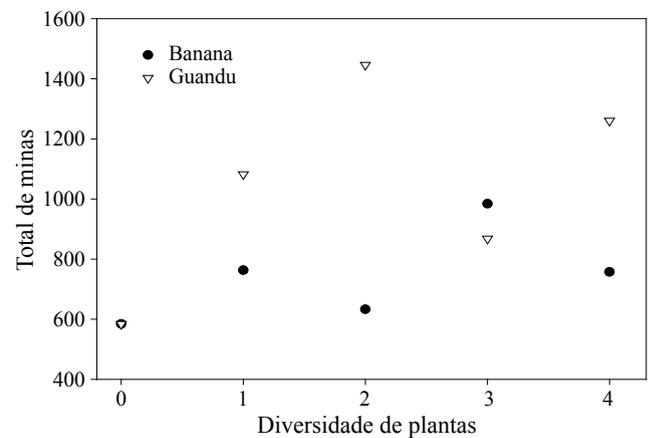


Fig 2 Relação não significativa entre o número total de minas de *Leucoptera coffeella* nas folhas aumento da diversidade de plantas em sistemas de café arborizados e não-arborizados ($F_{5,4} = 0,662$; $P = 0,673$).

aumento da diversidade de plantas nos sistemas estudados não afetou a proporção de minas parasitadas ($F_{5,4} = 0,205$; $P = 0,8931$) (Fig 4).

Discussão

A infestação do bicho-mineiro, *L. coffeella*, não foi influenciada pelo aumento da diversidade de plantas associadas ao cafeeiro nos dois sistemas estudados, contrariando as predições de que os herbívoros monófagos tendem a ter menor população em sistemas diversificados (Root 1973, Andow 1991). Além da diversidade da vegetação, outros componentes da comunidade de plantas, como a densidade, estrutura e arquitetura das plantas têm efeitos diretos e indiretos sobre as populações de herbívoros (Denno

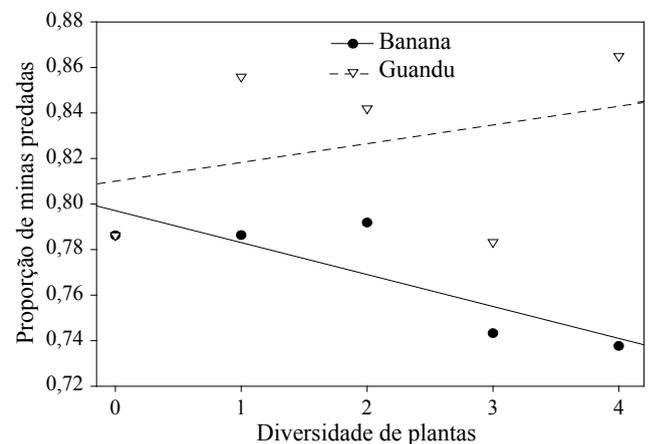


Fig 3 Relação significativa entre a proporção de minas de *Leucoptera coffeella* e o aumento da diversidade de plantas em sistemas de café arborizados e não arborizados. Equação da reta, para arborizado $y = [\exp(1,36851 - 0,08293 \cdot x)] / (1 + \exp(1,36851 - 0,08293 \cdot x))$ e para não-arborizado $y = [\exp((1,5084) + (0,0557) \cdot x)] / (1 + \exp((1,5084) + (-0,0557) \cdot x))$, ($F_{5,4} = 19,030$; $P = 0,000$).

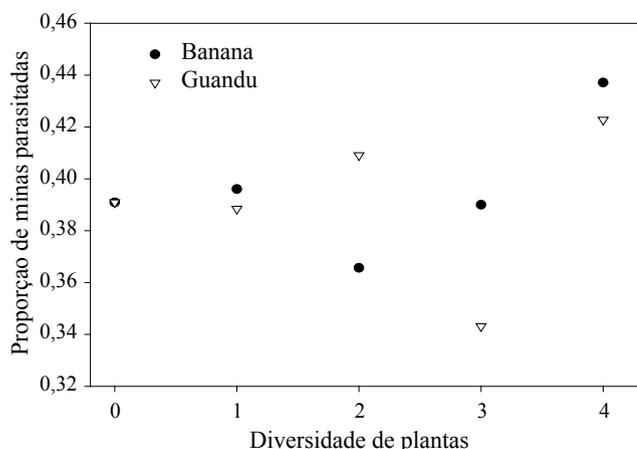


Fig 4 Relação não significativa entre a proporção de pupas de *Leucoptera coffeella* parasitadas e o aumento da diversidade de plantas em sistemas de café arborizados e não-arborizados. ($F_{5,4} = 0,205$; $P = 0,8931$).

& Roderick 1991, Yamamura & Yano 1999, Shrewsbury & Raupp 2000). Possivelmente, a alta densidade das plantas de café, em comparação com as outras espécies de adubos verdes introduzidas, tenha contribuído para a permanência do inseto no plantio. Dessa forma, a tendência dos herbívoros em realizar voos mais rápidos e longos, o que ocasionaria aumento da taxa de emigração em policultivos com relação a monoculturas (Altieri et al 2003), não foi verificada. Além disso, o café é uma planta perene e, de acordo com Risch et al (1983), os herbívoros têm maior facilidade em localizar tais plantas, em comparação com plantas anuais, devido a maior disponibilidade espacial e temporal.

A predação de *L. coffeella* por Vespidae foi positivamente correlacionada com o acréscimo da diversidade de plantas no sistema não-arborizado, corroborando a hipótese de *inimigos naturais* já formulada. Neste caso, a diversificação teria o potencial de oferecer locais para nidificação ou áreas de refúgio, sem prejudicar a interação predador-presa. Alternativamente, o aumento na taxa de predação pode estar relacionado com (1) a atração de vespas em busca de presas alternativas (Reis & Souza 1983) e/ou (2) o acesso a recursos como pólen e néctar, observado em indivíduos da família Vespidae (Maingay et al 1991, Giannotti et al 1995, Mussury et al 2003).

No entanto, a redução da taxa de predação observada no sistema arborizado pode estar relacionada com o sombreamento parcial promovido pelas plantas (bananeiras) de porte alto. Esse sombreamento pode ter influenciado negativamente o forrageamento das vespas, através da barreira física formada, dificultando a localização das presas por estímulos visuais. As bananeiras podem, também, ter constituído uma barreira química, afetando a comunicação olfativa durante o forrageamento das vespas pelas suas presas (Cornelius 1993). Fatores como luminosidade e temperatura também afetam a atividade de forrageamento de vespas predadoras (Höfling 1982, Giannotti et al 1995, Resende et al 2001). Corbett & Plant (1993) propuseram, após teste em 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 aumentam o forrageamento por presas. A avaliação do efeito do sombreamento na predação de *L. coffeella* deve, ainda, ser aprofundada para buscar se determinar como o grau de sombreamento pode afetar o forrageamento das vespas predadoras.

Os predadores que atuaram no local poderiam ser provenientes da área estudada, devido ao aumento da diversidade, ou mesmo de uma área próxima. De fato, a unidade experimental ficava distante 300 m de um fragmento de mata. No entanto, os resultados encontrados mostraram que apesar dos sistemas estudados serem equidistantes do fragmento de mata, o aumento da predação ocorreu apenas no sistema não-arborizado. Foi também encontrada nidificação de Vespidae dentro da área experimental.

A ação de parasitoides contra o bicho-mineiro não foi influenciada pelo aumento da diversidade de plantas associadas ao cafeeiro. É possível que esses inimigos naturais não tenham utilizado as plantas associadas ao cafeeiro na obtenção de fontes alternativas de alimentos. Parasitoides podem apresentar exigências metabólicas específicas tanto para sobrevivência quanto para acréscimo na taxa de parasitismo, sendo afetados pela quantidade, tipo e distribuição temporal do alimento fornecido (Landis & Menalled 1998, McCravy & Berisford 2001, Bernstein & Jervis 2008). Ainda, de acordo com Marino & Landis (1996), os parasitoides, diferentemente dos predadores, podem sofrer menor efeito das plantas associadas aos sistemas de cultivo devido a sua especificidade de forrageamento e localização de hospedeiros. Além disso, os parasitoides possuem ampla capacidade de movimentação para forrageamento de alimentos ou hospedeiros mesmo em ambientes diversificados (Cobertt & Plant 1993, Coll 1998).

Neste trabalho foi observada interação significativa e positiva entre a predação do bicho-mineiro por vespas e o aumento da diversificação em um dos sistemas estudados. A compreensão das interações entre características morfológicas e ecológicas de plantas, de herbívoros e inimigos naturais podem ser fatores críticos para o desenvolvimento de uma diversidade funcional (Altieri et al 2003). Possivelmente, a diversificação do agroecossistema cafeeiro com plantas previamente selecionadas como fornecedoras de alimento alternativo para predadores (Venzon et al 2006) e parasitoides (Wäckers 2004, Heimpel & Jervis 2005) levaria à constituição de uma diversidade funcional voltada para o manejo ecológico de *L. coffeella*.

Agradecimentos

À Dra. Kátia Cirelli/UFSCAR pela identificação dos parasitoides do bicho-mineiro. Ao Sr. Celso Vieira Jr pela disponibilização de área da fazenda Serra das Águas para instalação do experimento. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de PQ e de Mestrado. A Sementes Naterra e Sementes Matsuda pelo fornecimento das sementes de leguminosas.

Referências

- Altieri M A (1994) Biodiversity and pest management in agroecosystems. New York, Food Products Press, 185p.
- Altieri M A (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric Ecosyst Environ* 74: 19-31.
- Altieri MA, Silva EN, Nicholls CI (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. São Paulo, Holos Editora, 215p.
- Andow DA (1991) Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu Rev Entomol* 36: 561-586.
- Bernstein C, Jervis M (2008) Food-searching in parasitoids: the dilemma of choosing between 'immediate' or future fitness gains, p.129-171. In Wajnberg E, Bernstein C, van Alphen J M (eds) *Behavioral ecology of insect parasitoids: from theoretical approaches to field applications*. Oxford, Blackwell Publishing, 445p.
- Coll M (1998) Parasitoid activity and plant species composition in intercropped systems, p.85-119. In Pickett C, Bugg R L (eds) *Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests*. California, Berkeley, University California Press, 422p.
- Corbett A, Plant R E (1993) Role of movement in the response of natural enemies to agroecosystem diversification: a theoretical evaluation. *Environ Entomol* 22: 519-531.
- Cornelius ML (1993) Influence of caterpillar-feeding damage on the foraging behavior of the paper wasp *Mischocyttarus flavitarsis* (Hymenoptera: Vespidae). *J Insect Behav* 6: 771-781.
- Crawley M J (2002) *Statistical computing: an introduction to data analysis using S-Plus*. Chichester, John Wiley & Sons, 761p.
- Denno R F, Roderick G K (1991) Influence of patch size, vegetation texture, and host plant architecture on the diversity, abundance and life history styles of sap-feeding herbivores, p.169-196. In Bell S S, McCoy E D, Mushinsky H R (eds) *Habitat structure: the physical, arrangement of objects in space*. New York, Chapman & Hall, 438p.
- Espíndola J A A, Guerra J G M, Almeida D L (1997) Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável. *Seropédica, EMBRAPA*, 20p.
- Giannotti E, Prezoto F, Machado V L L (1995) Foraging activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera: Vespidae). *An Soc Entomol Brasil* 24: 455-463.
- Gravena S (1992) Controle biológico no manejo integrado de pragas. *Pesqu Agropec Bras* 27: 281-299.
- Guimarães P T G, Nogueira F D, Lima P C, Guimarães M J C L, Pozza A A A (2002) Adubação e nutrição do cafeeiro em sistema orgânico de produção. *Inf Agropec* 23: 63-81.
- Gurr G M, Wratten S D, Luna J M (2003) Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic Appl Ecol* 4: 107-116.
- Heimpel G E, Jervis M A (2005) Does floral nectar improve biological control by parasitoids? In Wäckers F L, van Rijn P C J, Bruin J (eds) *Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications*. Cambridge, Cambridge University Press, 356p.
- Höfling J C (1982) Aspectos biológicos de *Polybia ignoblis* (Haliday, 1836) (Hymenoptera: Vespidae). Dissertação de mestrado, Rio Claro, UNESP, 103p.
- Ihaka R, Gentleman R (1996) R: a language for data analysis and graphics. *J of Comput and Graph Stat* 5: 299-314.
- Landis D A, Menalled F D (1998) Ecological considerations in the conservation of effective parasitoid communities in agricultural systems, p.101-121. In Barbosa P (ed) *Conservation biological control*. San Diego, Academic Press, 396p.
- Landis D A, Wratten S D, Gurr G M (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu Rev Entomol* 45: 175-201.
- Lu Y, Watkins K B, Teasdale J R, Abdul-Baki A A (2000) Cover crops in sustainable food production. *Food Rev Intern* 16: 121-157.
- Maingay H, Bugg R L, Carlson R W, Davidson N A (1991) Predatory and parasitic wasps (Hymenoptera) feeding at flowers of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. *dulce* Battandier & Trabut, Apiaceae) and spearmint (*Mentha spicata* L., Lamiaceae) in Massachusetts. *Biol Agric Hort* 7: 363-383.
- Marino P C, Landis D A (1996) Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol Appl* 6: 276-284.
- Mccravy K W, Berisford W (2001) Effects of vegetation control on parasitoids of the Nantucket pine tip moth, *Rhyaciona frustrana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Fla Entomol* 84: 282-287.
- Mussury R M, Fernandes W D, Scalon S P Q (2003) Atividade de alguns insetos em flores de *Brassica napus* em Dourados-MS e a interação com fatores climáticos. *Ciênc Agropec* 27:382-388.
- Nestel D, Dickchen F, Altieri M (1994) Seasonal and spatial population loads of a tropical insect: the case of the coffee leaf-miner in Mexico. *Ecol Entomol* 19: 159-167.
- Parra J R P, Gonçalves W, Precetti A A C M (1981) Flutuação populacional de parasitos e predadores de *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) em três localidades do estado de São Paulo. *Turrialba* 3: 357-364.
- Pickett C, Bugg R L (1998) *Enhancing biological control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests*. California, Berkeley, University California Press, 422p.
- R Development Core Team (2007) *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, ISBN 3-900051-07-0. URL <http://www.R-project.org>.
- Reis Jr R, Lima E R, Vilela E F, Barros R S (2000) Method for maintenance of coffee leaves *in vitro* for mass rearing of *Leucoptera coffeellum* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonettidae). *An Soc Entomol Brasil* 29: 849-845.
- Reis P R, Souza J C (1983) Controle biológico do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro. *Inf Agropec* 9: 16-20.

- Reis P R, Souza J C, Venzon M (2002) Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. *Inf Agropec* 23: 83-99.
- Resende J J, Santos G M M, Bichara Filho C C, Gimenes M (2001) Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). *Rev Bras Zoociências* 3:105-115.
- Risch S J, Andow D, Altieri M (1983) Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions and new research directions. *Environ Entomol* 12: 625-629.
- Root R B (1973) Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecol Monogr* 43: 95-114.
- Santos I C, Lima P C, Alcântara E N, Mattos R N, De Melo A V (2002) Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. *Inf Agropec* 23: 115-126.
- Shanker C, Solanki K R (2000) Agroforestry: an ecofriendly land-use system for insect management. *Outlook Agric* 29: 91-96.
- Shrewsbury P M, Raupp M J (2000) Evaluation of components of vegetational texture for predicting azalea lace bug, *Stephanitis pyrioides* (Heteroptera: Tingidae), abundance in managed landscapes. *Popul Ecol* 29: 919-926.
- Vandermeer J (1989) The ecology of intercropping. Cambridge, Cambridge University Press, 237p.
- Venzon M, Rosado M C, Euzébio D E, Souza B, Schoereder J H (2006) Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotrop Entomol* 35: 371-376.
- Verkerk R H J, Leather S R, Wright D J (1998) The potential for manipulating crop-pest-natural enemy interactions for improved insect pest management. *Bull Entomol Res* 88: 493-501.
- Wäckers F L (2004) Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biol. Control* 29: 307-314.
- Yamamura K, Yano E (1999) Effects of plant density on the survival rate of cabbage pests. *Res Pop Ecol* 41: 183-188.

Received 18/V/09. Accepted 03/VIII/09.
