

JARDEL LOPES PEREIRA

**IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM
ARTRÓPODES ASSOCIADOS À CULTURA DO FEIJÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, para obtenção
do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JARDEL LOPES PEREIRA

**IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM
ARTRÓPODES ASSOCIADOS À CULTURA DO FEIJÃO**

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

APROVADA: 05 de setembro de 2006.

Prof. Antonio Alberto da Silva
(Co-orientador)

Prof. Raul Narciso Carvalho Guedes
(Co-orientador)

Prof. José Eustáquio de Souza
Carneiro

Profa. Terezinha Maria Castro Della
Lucia

Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida, saúde, força, seu amor e por ter me abençoado, ajudando a superar mais uma etapa da vida.

Aos meus pais Gabriel Pereira Filho e Maria Amélia Lopes Pereira e aos meus irmãos Everton Lopes Pereira, Gabrieli Lopes Pereira e Joice Nazaré Pereira, pelo apoio, pela compreensão e pelo carinho.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso de Pós-Graduação.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, possibilitando a realização deste trabalho.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pela amizade, pela orientação, pelo exemplo de dedicação na atividade acadêmica, pela ética e pela compreensão.

Ao professor Antonio Alberto da Silva, pela amizade, pela orientação, pelo exemplo e pela ética.

Ao professor Adriano Jakelaitis, pela amizade, orientação, companheirismo, incentivo e pelos auxílios na condução dos experimentos.

Ao professor Raul Narciso Guedes, Terezinha Maria Castro Della Lucia e José Eustáquio de Souza Carneiro pela atenção e pelas sugestões sempre oportunas.

Aos funcionários Francisco Ribeiro, José Evaristo Lopes, pela amizade, momentos de desconcentrações.

Aos amigos do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas: Altair, Amélia, Darley, Elisângela, Emerson, Ézio, Flávio, Geraldo, Gerson, Hudson,

Jander, Leandro Bacci, Maria Elisa, Nilson, Nívia, Páblo, Shaiene, Tarciso, Valquiria, Vânia e Wesley, pelo convívio agradável e auxílio na condução dos experimentos.

Aos amigos do Laboratório de Plantas Daninhas Aroldo, Alexandre, Evander, José Barbosa, Luíz e Luciano pelo convívio agradável e auxílio na condução dos experimentos.

Aos irmãos e amigos de república: André, Claudinei, Felipe e Tobias, pela amizade e companheirismo.

Aos taxonomistas Antonio Domingos Brescovit, Elisiana Pereira de Oliveira, Cidália Gabriela Santos Marinho, Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro e Paulo Sérgio Fiuza Ferreira pelo auxílio inestimável na condução deste trabalho e todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do presente trabalho.

BIOGRAFIA

JARDEL LOPES PEREIRA, filho de Gabriel Pereira Filho e Maria Amélia Lopes Pereira, nasceu em 11 de outubro de 1980, em Visconde do Rio Branco, MG.

Em fevereiro de 2000, iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, MG, concluindo-o em julho de 2004.

Em agosto de 2004, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em setembro de 2006.

Em outubro de 2006 ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado na Universidade Federal de Viçosa, MG.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA.....	4
I. IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM ARTRÓPODES DO DOSSEL DAS PLANTAS DE FEIJÃO	7
1. RESUMO.....	7
2. ABSTRACT.....	8
2. INTRODUÇÃO.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSSÃO.....	27
6. LITERATURA CITADA.....	30
II. IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM ARTRÓPODES DA SUPERFÍCIE DO SOLO DO FEIJÃO	36
1. RESUMO.....	36
2. ABSTRACT.....	38
2. INTRODUÇÃO.....	40
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4. RESULTADOS.....	46
5. DISCUSSÃO.....	55
6. LITERATURA CITADA.....	58

III. IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM ARTRÓPODES DO INTERIOR DO SOLO DO FEIJOEIRO	62
1. RESUMO.....	62
2. INTRODUÇÃO.....	64
3. ABSTRACT.....	66
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	67
5. RESULTADOS.....	72
6. DISCUSSÃO.....	82
7. LITERATURA CITADA.....	85
IV. EFEITO DE FLUAZIFOP + FOMESAFEM SOBRE ARTRÓPODES DO SOLO DO FEIJOEIRO CULTIVADO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL	89
1. RESUMO.....	89
2. ABSTRACT.....	90
2. INTRODUÇÃO.....	91
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	92
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
5. LITERATURA CITADA.....	105
V. CONCLUSÕES	108

RESUMO

PEREIRA, Jardel Lopes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2006. **Impacto de sistemas e sucessão de cultivos em artrópodes associados à cultura do feijão**. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Co-orientadores: Antonio Alberto da Silva, Raul Narciso Carvalho Guedes e Adriano Jakelaitis.

Avaliou-se neste trabalho, em dois experimentos, o impacto de sistemas de cultivo, sucessão de culturas e aplicação de herbicidas sobre a comunidade de artrópodes na cultura do feijão. No primeiro experimento avaliou-se o impacto de sistemas (plantio direto e convencional) e sucessão de cultivos (sucessão a milho destinado à produção de grãos ou de silagem) sobre a comunidade de artrópodes do dossel das plantas (capítulo 1), superfície do solo (capítulo 2) e interior do solo (capítulo 3) na cultura do feijão. No segundo experimento (capítulo 4) estudou-se o impacto do plantio convencional e direto associado a mistura dos herbicidas fomesafen + fluazifop sobre os artrópodes do interior do solo. Nos dois experimentos utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Verificou-se impacto diferenciado do sistema de plantio sobre espécies de artrópodes tanto do dossel quanto da superfície e interior do solo. O plantio direto diminuiu o ataque de insetos-praga e propiciou aumento das populações de predadores e de parasitóides no dossel do feijoeiro e

de artrópodes detritívoros e predadores na superfície e no o interior do solo. O uso de cultivo anterior de milho destinado à produção de grãos não afetou a comunidade de artrópodes no dossel do feijoeiro e aumentou as populações de artrópodes detritívoros e predadores na superfície e no o interior do solo. A aplicação da mistura dos herbicidas fomesafen + fluazifop reduziu as populações de artrópodes no interior do solo na cultura do feijoeiro.

ABSTRACT

PEREIRA, Jardel Lopes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, September 2006. **Impact of cropping systems and succession of cultivation on arthropods associated to the bean culture.** Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Co-advisers members: Antonio Alberto da Silva, Raul Narciso Carvalho Guedes and Adriano Jakelaitis.

This work aimed to evaluate, in two experiments, the impact of cropping systems, succession of cultivation and herbicides application on the arthropods community in bean culture. In the first experiment, it was evaluated the impact of the systems (no-tillage and conventional tillage) and the succession of cultivation (succession to corn destined to the production of grain or silage) on the arthropods community of the plants canopy (chapter 1), soil surface (chapter 2) and soil interior (chapter 3) in bean culture. In the second experiment (chapter 4), it was studied the impact of no-tillage and conventional tillage associated to the mixture of the herbicides fomesafen + fluazifop on the arthropods of the soil interior. In the two experiments, the experimental design was in randomized blocks, with five replications. Different impact of the cropping system was verified on the arthropod species on the plant canopy as well as on the soil surface and soil interior. The no-tillage system decreased the attack of insect pests and it provided an increase of predators and parasitoids population in the canopy of bean culture. Also, the no-tillage system increases the detritivorous arthropods and predators in the soil surface and in the soil interior. The

cultivation of corn destined to the production of grain, previously to the bean culture, did not affect the arthropod community in the canopy of the bean but it increased the population of detritivorous arthropods and predators in the soil surface and in the soil interior. The application of the mixture of the herbicides fomesafen + fluazifop reduced the population of arthropods in the soil interior in bean culture.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é de expressiva importância econômica no cenário nacional, se destacando tanto pelo seu grande uso alimentar, quanto pela extensão da área cultivada (Rapassi et al., 2003). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2006), a produtividade média do feijoeiro da primeira safra de 2005/06 foi de 914 kg/ha, o que representa, em média, menos de um terço do potencial de rendimento das últimas cultivares lançadas. Entretanto, com a adesão, nos últimos anos, do sistema de plantio direto associado com práticas de rotação de culturas, tem se observado incremento significativo da produtividade média do feijão no Brasil (Urchei et al., 2000; Silveira et al., 2001; Oliveira et al., 2002).

O desenvolvimento dessas técnicas além de ganhos na produtividade tem gerado maior sustentabilidade aos sistemas de cultivos, sendo que atualmente muitas pesquisas têm focado os efeitos dos componentes agrícolas, como sistemas de manejo, técnicas de cultivo, manejo de resíduos vegetais e uso de pesticidas, sobre os artrópodes associados às culturas. Nestas pesquisas tem-se avaliado os distúrbios provocados pelos sistemas de manejo sobre as alterações da estrutura da cadeia alimentar associada aos artrópodes (Hendrix et al., 1986; Andren et al., 1990), bem como a composição e diversidade dessa fauna associada também às culturas (Lagerlof & Andren, 1991; Robertson et al., 1994). Os artrópodes são sensíveis a mudanças na vegetação, propriedades do solo e aplicação de pesticidas, exercendo importante função dentro do agroecossistema,

atuando na decomposição dos detritos orgânicos e na ciclagem de nutrientes além de servirem de fonte de alimento para outros artrópodes predadores (Giesy et al., 2000).

Em agroecossistemas que envolvem diferentes sistemas de manejo (plantio direto e convencional, por exemplo) cuja manipulação de resíduos vegetais é proveniente da dessecação química de plantas daninhas ou de culturas manejadas para esse fim que permanecem sobre a superfície do solo ou são incorporadas, exercem importante efeito sobre a comunidade de artrópodes manifestada principalmente pela alteração das condições microclimáticas e disponibilidade de recursos (Riechert & Bishop, 1990; Paoletti et al., 1991).

A alteração destes fatores pode acarretar modificações na dinâmica populacional destes artrópodes, principalmente àqueles ligados a ciclagem de nutrientes, a insetos-pragas e inimigos naturais (Altieri, 1991; Wardle et al., 1999). Considerando os pesticidas, Belden & Lydy (2000) afirmam que o uso de herbicidas pode exercer efeitos nocivos sobre a entomofauna, embora a magnitude de respostas possa estar mais diretamente ligada a efeitos indiretos decorrentes de mudanças no habitat. Alguns desses efeitos podem ser devido a perda da cobertura vegetal, exercida pelas plantas daninhas e pela eliminação da fonte de alimentos de alguns artrópodes, podendo estes efeitos serem mais significativos do que os efeitos diretos resultantes da sua composição química.

A população e a diversidade dos principais grupos de artrópodes podem ser utilizados como bioindicadores do estado de degradação ou de qualidade do solo, uma vez que os artrópodes são sensíveis às mudanças no uso da terra induzidas pela agricultura (Linden et al., 1994). Além disso, a avaliação do comportamento da fauna e da flora do solo também auxilia no entendimento do funcionamento dos sistemas de produção, uma vez que a biota do solo está intimamente associada a processos de decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Rodrigues et al., 1997), afetando uma série de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, particularmente no ambiente tropical (Lavelle, 2002).

Os artrópodes são adequados para uso em estudos de avaliação de impacto ambiental e de efeitos de sistemas de cultivo, níveis de palhada e aplicação de herbicidas, pois além de serem o grupo de animais mais numeroso do globo terrestre, com elevadas densidades populacionais, apresentam grande

diversidade, em termos de espécies e de habitats, grande variedade de habilidades para dispersão, seleção de hospedeiros e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis, além de sua dinâmica populacional ser altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat. Também são importantes pelo seu papel no funcionamento dos ecossistemas naturais, atuando como predadores, parasitos, fitófagos, saprófagos, polinizadores, entre outros (Ehrlich et al., 1980; Boer, 1981; Rosenberg et al., 1986; Souza & Brown, 1994).

A influência das práticas agrícolas sobre artrópodes pode ser direta, como por exemplo pela aplicação de agroquímicos e pelo dano mecânico, sendo a espécie de percevejo *Atarsocoris brachiariae* particularmente sensível ao revolvimento do solo (Picanço et al., 1999), ou ainda, indiretamente, por modificar a porosidade, densidade e cobertura do solo, interferindo na mobilidade dos organismos, além de modificar a circulação de ar e água, amplitude térmica, disponibilidade de alimentos (Kladivko, 2001). Efeitos indiretos provocados por práticas culturais, rotações de culturas e manejo de palhada podem influenciar grandemente a estrutura das comunidades ecológicas (Wootton, 1993; Menge, 1995). Estas alterações podem influenciar diretamente na disponibilidade de alimentos para os consumidores que indiretamente poderá afetar a população de predadores, resultando em uma cascata trófica (Paine, 1980; Carpenter et al., 1985). Cascatas tróficas já foram observadas em uma série de comunidades terrestres (Persson, 1999; Halaj & Wise, 2001; Shurin et al. 2002). Estudos com cascatas tróficas têm demonstrado que a utilização de práticas culturais responsáveis para a redução na incidência de predadores ao longo do tempo pode provocar um desbalanço na comunidade de artrópodes das culturas, contribuindo para que algumas espécies de fitófagos até então sem importância se tornem pragas importantes no futuro (Robertson et al., 1994).

Considerando a importância dos artrópodes no agroecossistema frente aos benefícios que estes causam ao ambiente, ou aos prejuízos no caso de insetos-praga às culturas de interesse econômico, estudos sobre a interação do feijoeiro sob diferentes sistemas de manejo e níveis de palhada objetivando minimizar o uso de pesticidas, bem como a utilização de produtos de menor impacto sobre indivíduos não-alvo, tornam-se fundamentais para o aprimoramento de alternativas que garantam a produtividade desta cultura além de contribuir para a maior sustentabilidade do agroecossistema.

LITERATURA CITADA:

ALTIERI, M.A. How can we best use biodiversity in agroecosystems? **Outlook on Agriculture**, v.20, p. 15-23, 1991.

ANDREN, O.; LINDBERG, T.; PAUSTIAN, K.; ROSSWALL, T. **Ecology of arable land**. Ecological Bulletins, 1990.

BELDEN, J.B.; LYDY, M.J. Impact of atrazine on organophosphate insecticide toxicity. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 19, n. 9, p. 2266-2274, 2000.

BOER, P.J. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. **Oecologia**, v.50, p.39-53, 1981.

CARPENTER, S.R.; KITCHELL, J.F.; HODGSON, J.R. Cascading trophic interactions and lake productivity. **Bioscience**, v.35, p.634-639, 1985.

CONAB, **Indicadores da agropecuária**, Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 29 de junho de 2006.

EHRlich, P.R.; MURPHY, D.D.; SINGER, M.C.; SHERWOOD, C.B.; WHITE, R.R.; BROWN, I.L. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to the California drought. **Oecologia**, v.46, p.101-105, 1980.

GIESY, J.P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K.R. Ecotoxicological risk assessment for Roundup Herbicide. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v.167, p.35-120, 2000.

HALAJ, J.; WISE, D.H. Terrestrial trophic cascades: how much do they trickle? **American Naturalist**, v.157, p.262-281, 2001.

HENDRIX, P.F.; PARMALESSE, R.W.; CROSSLEY, D.A.; COLLEMAN, D.C.; ODUM, E.P.; GROFFMAN, P.M. Detritus food-web in conventional and no tillage agrosystems. **BioScience**, v.36: p. 374-80, 1986.

KLADIVKO, E.J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.61, p.61-76, 2001.

LAGERLOF, J.; ADREN, O. Abundance and activity of Collembolla, Protura and Diplura in four cropping systems. **Pedobiologia**, v.35, p. 337-50, 1991.

LAVELLE, P. Functional domains in soils. **Ecological Research**, v.17, p.441-450, 2002.

LINDEN, D.R.; HENDRIX, P.F.; COLEMAN, D.C., et al. Faunal indicators of soil quality. In: **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. Madison, SSSA, 1994. p. 91-106. (Special Publication, 35)

MENGE, B.A. Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs-patterns and importance. **Ecological Monographs**, v.65, p.21-74, 1995.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002.

PAINE, R.T. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. **Journal of Animal Ecology**, v.49, p.667-685, 1980.

PAOLETTI, M.G.; FAVRETTO, M.R.; STINNER, B.R.; PURRINGTON, F.F.; BATER, G.E. Invertebrates and indicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.31, p. 341-62, 1991.

PERSSON, L. Trophic cascades: abiding heterogeneity and the trophic level concept at the end of the road. **Oikos**, v.85, p.385-397, 1999.

PICANÇO, M.C.; LEITE, G.L.D.; MENDES, M.C.; BORGES, V.E. Ataque de *Atarsocoris brachiariae* Becker, uma nova praga das pastagens em Mato Grosso, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.5, p.885-890, 1999.

RAPASSI, R.M.A.; SÁ, M.E.; TARSITANO, M.A.A.; CARVALHO, M.A.C. de; PROENÇA, E.R.; NEVES, C.M.T. de C.; COLOMBO, E.C.M. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.62, p.397-404, 2003.

RIECHERT, S.E.; BISHOP, L. Prey control by an assemblage of generalist predators: spiders in test garden systems. **Ecology**, v.71, p.1441-450, 1990.

ROBERTSON, L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON, G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.48, p.149-156, 1994.

RODRIGUES, G.S.; LIGO, M.A.V.; MINEIRO, J.L.C. Organic matter decomposition and microarthropod community structure in corn fields under low input and intensive management in Guaíra, SP. **Scientia Agricola**, v.54, p.69-77, 1997.

ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V.; LEHMKUHL, D.M. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management**, v.10, n.6, p.773-783, 1986.

SHURIN, J.B.; BORER, E.T.; SEABLOOM, E.W. A crosscosystem comparison of the strength of trophic cascades. **Ecology Letters**, v.5, p.785-791, 2002.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.257-263, 2001.

SOUZA, O.F.; BROWN, V.K. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p.197-206, 1994.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

WARDLE, D.A.; NICHOLSON, K.S.; BONNER, K.I.; YEATES, G.W. Effects of agricultural intensification on soil-associated arthropod population dynamics, community structure, diversity and temporal viability over a seven-year period. **Soil Biology & Biochemistry**, v.31, p.1691-706, 1999.

WOOTTON, J.T. Indirect effects and habitat use in an intertidal community: interaction chains and interaction modifications. **American Naturalist**, v.141, p.71-89, 1993.

Nas normas da ABNT

I - IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM ARTRÓPODES DO DOSEL DAS PLANTAS DE FEIJÃO

1. RESUMO

Foi avaliado o impacto dos sistemas de plantio convencional e direto e da sucessão milho grão e milho silagem na comunidade de artrópodes do dossel das plantas de feijão. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco repetições. Os sistemas de plantio usados foram: direto e convencional. Já as sucessões de cultivo foram plantio de feijoeiro em sucessão a cultivo de milho destinado a produção de grãos ou silagem. As populações de artrópodes foram amostradas aos 20, 28, 35, 43, 52, 63 e 84 dias após o plantio, por meio da batida de bandeja plástica branca no ápice de cinco plantas de feijão. Observou-se diferenças no conjunto de artrópodes encontrados no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto, entretanto, não se observou efeito sobre os artrópodes do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão quando comparado ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem, em ambos os sistemas de plantio estudados. A análise da medida repetida permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as espécies selecionadas foram influenciadas pelos tratamentos. Efeitos significativos na densidade das espécies ao longo do tempo foram verificadas para as espécies *Hypogastrura* sp., *Empoasca kraemeri*, *Solenopsis* sp. e *Aphidius* spp. As interações entre tratamentos e o tempo foi significativo para as espécies *Empoasca kraemeri*, *Solenopsis* sp. e *Aphidius* spp. As espécies detritívoras e as predadoras com exceção de *Cheyletus* sp e *Franklinothrips* spp. ocorreram em maior densidade no sistema de plantio direto. Entretanto, para as espécies de insetos fitófagos e parasitóide, a densidade média foi maior no sistema de plantio convencional ao longo do experimento. A análise de correlação canônica entre a abundância das espécies de predadores e fitófagos demonstrou correlação significativa entre a abundância destes artrópodes. A produtividade de grãos nos sistemas de plantio convencional e direto foram semelhantes, independentemente do feijoeiro ser cultivado em sucessão ao milho grão ou em sucessão ao milho silagem, (Tukey, $p < 0,05$).

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, plantio direto, plantio convencional, bioindicadores.

2. ABSTRACT

IMPACT OF CROPPING SYSTEMS AND SUCCESSION OF CULTIVATION IN ARTHROPODS OF THE BEAN CANOPY

It was evaluated the impact of the cropping systems (no-tillage and conventional tillage) and the succession to corn grain and corn silage in the arthropod community in the canopy of bean plants. The experimental design was in randomized blocks, with five replications. The used cropping systems were: no-tillage and conventional tillage. The succession of cultivation was the bean culture in succession to corn destined to the production of grain or silage. The population of arthropods was sampled 20, 28, 35, 43, 52, 63 and 84 days after the planting by beating a white plastic tray in the apex of five bean plants. It was observed differences in the arthropods found in the conventional tillage in relation to the no-tillage system, however, effect was not observed on the arthropods of bean cultivated in succession to the corn grain when compared to the bean cultivated in succession to the corn silage, in both studied cropping systems. The analysis of the repeated measure allowed the interpretation of the effect of the time and of its interactions in the treatments. All the selected species were influenced by the treatments. Significant effects in the density of the species along the time were verified for the species *Hypogastrura* sp., *Empoasca kraemeri*, *Solenopsis* sp. and *Aphidius* spp. The interactions between treatments and the time were significant for the species *Empoasca kraemeri*, *Solenopsis* sp. and *Aphidius* spp. The detritivorous species and the predators, except for *Cheyletus* sp and *Franklinothrips* spp., occur in larger density in the no-tillage system. However, for species of phitophagous insects and parasitoids, the mean density was larger in the conventional tillage system during the experiment. The analysis of canonical correlation between the abundance of the predators and phitophagous showed significant correlation among the abundance of these arthropods. The productivity of grain in the no-tillage and conventional systems was similar, independently if the bean culture was cultivated in succession to the corn grain or corn silage (Tukey, $p < 0,05$).

Word-key: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, no-tillage, conventional tillage, bioindicators.

3. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado incremento das áreas de plantio direto no Brasil devido as vantagens que este sistema traz ao agroecossistema, dentre as quais: redução da erosão do solo, perda de nutrientes por lixiviação, manutenção da estabilidade térmica da superfície do solo, conservação da água no sistema e redução de custos de manejo (Gebhardt et al., 1985; Pereira et al., 2000; Marasas et al., 2001). As primeiras experiências com o sistema de plantio direto no Brasil começaram em torno de 1970 e as áreas foram se expandindo até atingir 61 milhões de hectares em 2006 (Pessoa, 2006).

O sistema de cultivo pode afetar tanto a abundância quanto a riqueza das populações de insetos-praga e inimigos naturais (Badji et al., 2004). O não-revolvimento do solo, associado à presença de resíduos vegetais na sua superfície, influencia a composição da comunidade de plantas presentes no agroecossistema (von Ende, 1993), o que pode afetar indiretamente tanto a comunidade de artrópodes do solo quanto a do dossel das culturas, pela qualidade e quantidade de refúgio ou fonte de alimento presente (Southwood et al. 1979, Mulugueta & Stoltenberg, 1997; Guedes & Guedes, 2001). O tipo e a quantidade de resíduos vegetais presentes na superfície do solo também podem influenciar a dinâmica populacional de artrópodes (Yenish et al., 1996).

O impacto do plantio direto nos insetos-praga e nos seus inimigos naturais tem sido mais bem explorado do que seu impacto na fauna detritívora do solo, provavelmente pelo fato de existirem maiores consequências diretas dos inimigos naturais no manejo dos insetos-pragas (Guedes & Guedes, 2001). Todavia, a resposta antagônica de diferentes espécies ao sistema de plantio direto tem consequências distintas no manejo de pragas levando Tonhasca (1993) e Cárcamo et al. (1995) a sugerirem que se concentre a atenção nas espécies de artrópodes mais relevantes para aumentar a capacidade preditiva de estudos de impactos neste sistema. Dentre as espécies de maior relevância no feijoeiro, se destacam as espécies de insetos-praga: cigarrinha verde, *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) e mosca branca, *Bemisia tabaci*, sendo consideradas

pragas-chave da cultura (Picanço et al. 2001), tanto pela sua vasta distribuição como pelos prejuízos que podem causar à cultura.

Outro grupo de artrópodes importantes no feijoeiro são os inimigos naturais. Existem evidências que diversas espécies de inimigos naturais podem afetar a dinâmica populacional das pragas-chave do feijoeiro. (Abdel Gawaad et al., 1990; Wootton, 1993; Menge, 1995; Gonzalez & Cave, 1997; Oliveira et al., 2003). Portanto, práticas como o sistema de plantio direto e rotação de culturas, podem afetar indiretamente a estrutura das comunidades de artrópodes. Isso contribui para a formação de uma cascata trófica, onde a maior disponibilidade de alimentos e detritos orgânicos acarretam em maiores populações de artrópodes detritívoros, o que favorece a incidência de predadores e indiretamente favorece o controle biológico de insetos pragas (Persson, 1999; Halaj & Wise, 2001; Shurin et al., 2002).

Considerando a importância dos artrópodes no agroecossistema, frente aos benefícios que estes causam ao ambiente, ou aos prejuízos, no caso de insetos-praga, às culturas de interesse econômico, estudos sobre a interação das culturas sob diferentes sistemas de manejo objetivando minimizar o uso de pesticidas, tornam-se fundamentais para o aprimoramento de alternativas que garantam a produtividade das culturas e a sustentabilidade do agroecossistema. Neste trabalho objetivou-se avaliar o impacto sobre a comunidade de artrópodes do dossel das plantas de feijão dos sistemas de cultivo direto e convencional em sucessão ao cultivo de milho para a produção de grãos ou silagem.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área

O experimento foi realizado em áreas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, localizados em Coimbra (Estado de Minas Gerais, Brasil; 20° 51' 24"S, 42° 48' 10"W), num Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, fase terraço. Esse solo é pobre em nutrientes com profundidade moderada e baixa permeabilidade a água (Resende et al.,

1988). Os dados referentes à análise do solo nos sistemas de plantio convencional e direto se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e textural da camada 0-10 cm de profundidade do solo argiloso proveniente de sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC) utilizado no experimento. (Coimbra– MG, 2003).

Sistema de Plantio Convencional										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
H ₂ O	mg dm ³		cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,0	9,6	50	2,50	0,3	2,0	0,5	5,12	34	11	1,01
Sistema de Plantio Direto										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
H ₂ O	mg dm ³		cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,0	8,3	68	2,62	0,2	2,3	0,6	5,65	38	7	2,62

*Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (1997).

Em 1998 essa área foi dividida em duas partes iguais: uma cultivada no sistema plantio direto e a outra no convencional. Desde então, no plantio de primavera/verão, cultivava-se milho em toda a área. Em ambos os sistemas, parte do milho é colhido para silagem e parte para a produção de grãos, havendo, assim, quatro ambientes agrícolas: Plantio Convencional milho grão, plantio convencional milho silagem, plantio direto milho grão, plantio direto milho silagem. Na área destinada à produção de milho para silagem, toda a palhada foi retirada, enquanto na produção de grão esta permaneceu no campo, como cobertura morta. Cada ambiente agrícola descrito constituiu um tratamento com a cultura do feijão em sucessão ao milho, no período de abril a agosto de 2002. Logo, os tratamentos estudados foram: Feijão cultivado no sistema de plantio

convencional em sucessão ao milho grão; feijão cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem; feijão cultivado no sistema de plantio direto cultivado em sucessão ao milho grão e feijão cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem Nas áreas de plantio direto, a dessecação das plantas daninhas foi realizada 10 dias antes do plantio do feijão com a mistura de glyphosate + 2,4-D ($1.440 + 670 \text{ g ha}^{-1}$). Dois dias antes do plantio do feijão nas áreas de plantio convencional, foram realizadas uma aração e duas gradagens. O plantio do feijão, variedade Meia Noite, foi feito em 23 de abril. Foram empregados na adubação 250 kg ha^{-1} da mistura de N, P_2O_5 e K_2O , na proporção de 8:28:16. Os valores diários de precipitação pluvial; umidade relativa e temperaturas médias, máximas e mínimas durante o ciclo da cultura estão representadas na Figura 1.

4.2 Delineamento experimental e avaliação dos artrópodes

Foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por cinco fileiras de feijão de 12 m cada, espaçadas de 0,45 m, ou seja, a área total foi de $27,0 \text{ m}^2$.

As populações de artrópodes do dossel das plantas foram amostradas aos 20 (21/6/2003), 28 (29/6/2003), 35 (5/7/2003), 43 (13/7/2003), 56 (26/7/2003), 70 (9/8/2003) e 84 (23/8/2003) dias após o plantio, sendo avaliada através da batidura de bandeja plástica branca (35 cm de comprimento x 30 cm de largura x 5 cm de profundidade), nos ponteiros de cinco plantas por parcela (Stansly, 1995). Os artrópodes provenientes da coleta no campo por batida de bandeja foram conservados em frascos contendo álcool 70% como descrito por Michereff-Filho et al. (2002).

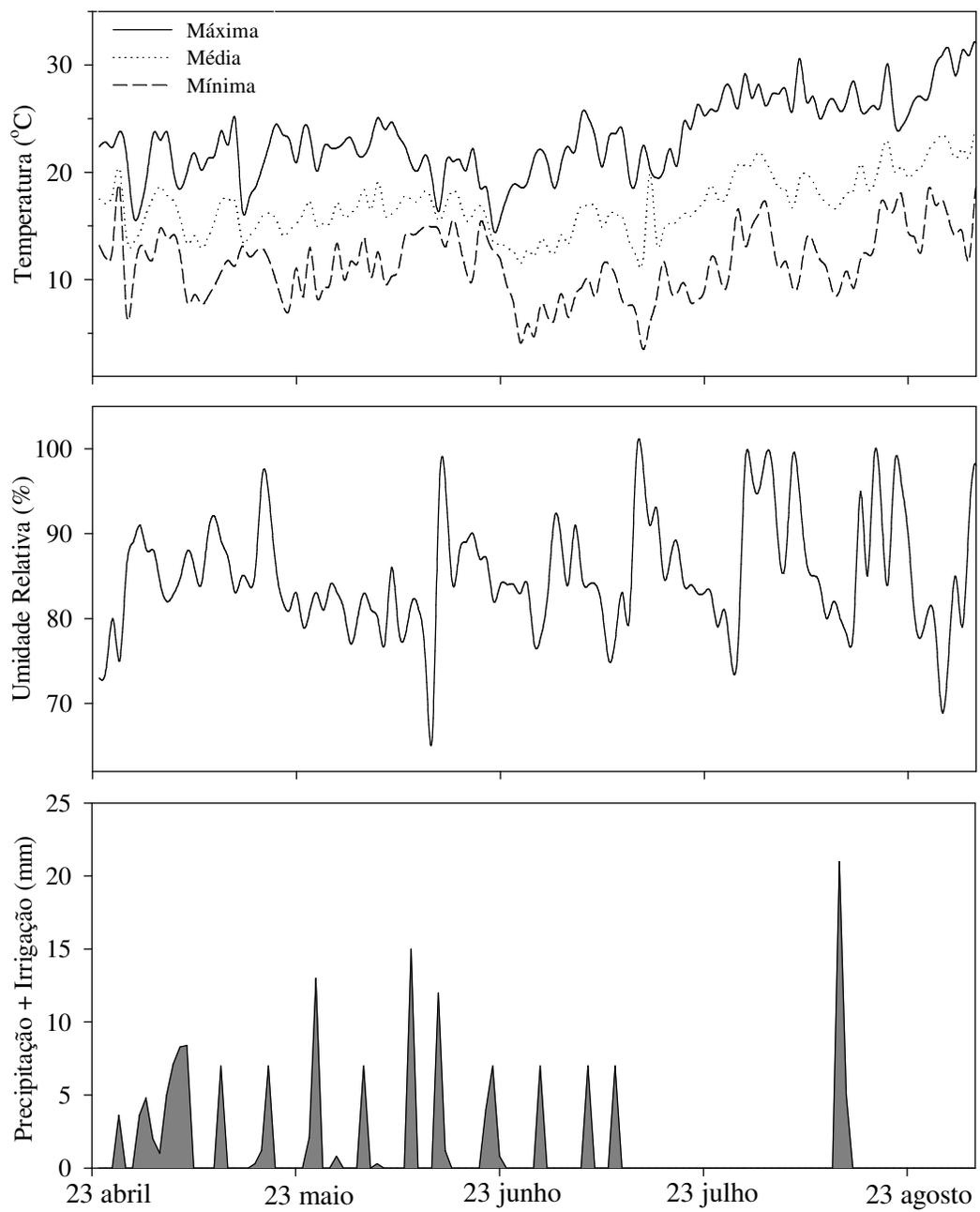


Figura 1. Dados climatológicos coletados durante a condução do experimento (Coimbra - MG, 2003).

As espécies de artrópodes, foram prontamente identificadas usando uma coleção de referência periodicamente atualizada pelas coletas de campo. Posteriormente, estes espécimes coletados foram então encaminhadas para taxonomistas para a identificação taxonômica. Os ácaros coletados foram identificados pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro do Instituto Biológico (Campinas, SP), os colêmbolos foram identificados pela Dra. Elisiana Oliveira do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia de Manaus (INPA), os coleópteros foram identificados pelo Dr. Antonio Domingos Brescovit do Instituto Butantan (São Paulo, SP) e as formigas foram identificadas pela Dra. Cidália Gabriela Santos Marinho da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os demais espécimes de outras ordens coletados foram identificados em nível de família e, quando possível, até gênero e espécie usando chaves taxonômicas e a coleção de referência do museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

Na determinação da produtividade foram colhidas e contadas todas as plantas presentes em 5 m de comprimento de duas das três fileiras centrais de cada parcela. Após debulha, os grãos com teor de água de 13% (BU) foram pesados em balança com precisão de 0,01 g.

4.3 Análises dos Dados

O impacto dos sistemas de cultivo do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão e ao milho silagem na comunidade de artrópodes foi determinado pela comparação da abundância relativa de cada espécie entre os tratamentos. Os dados foram inicialmente submetidos a um processo seletivo que determina quais espécies mais explicam a variância observada (PROC STEPDISC com seleção STEPWISE; SAS Institute, 2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios coincidentes no presente caso: 1) o nível de significância do teste F da análise de covariância, onde as espécies escolhidas agem como covariáveis e os tratamentos como variáveis dependentes; e 2) a correlação quadrada parcial predizendo os efeitos do tratamentos a partir das espécies, controlada pelo efeito já causado pelas espécies já selecionadas pelo modelo (SAS Institute, 2001).

Os dados das espécies selecionadas foram submetidos a análise de variáveis canônicas (CVA). Está é uma técnica de ordenação indireta que reduz a

dimensionalidade do conjunto dos dados originais em um conjunto de variáveis que podem ser usadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias das respostas da comunidade em cada tratamento sob comparação (Kedwards et al., 1999). A significância da diferença (indicada pela ordenação) entre grupos devido ao tratamento foi determinada pela comparação dois a dois dos tratamentos pelo teste F aproximado ($p < 0,05$), usando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas. As análises foram feitas usando o procedimento CANDISC do pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 2001).

Os dados das principais espécies que levaram ao aparecimento de diferenças entre os tratamentos foram individualmente submetidos à análise de variância por medidas repetidas para ver por quanto tempo perdura o distúrbio e uma eventual recuperação das espécies ao estresse. Uma vez que a amostragem dos artrópodes foi realizada no mesmo campo várias vezes, a análise de variância por medida repetida é recomendada para evitar o problema de pseudo-replicação no tempo (Hurlbert, 1984; Stewart-Oater et al., 1986; Green, 1993; Paine, 1996). Essas análises foram feitas usando o procedimento ANOVA do SAS com a especificação PROFILE, como sugerido por von Ende (1993). As correlações canônicas (PROC CANCOR; SAS Institute, 2001) e as correlações simples (PROC COR; SAS Institute, 2001) foram adicionalmente feitas para ver a interrelação das repostas entre fitófagos e predadores em função dos tratamentos. A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram testadas usando o procedimento UNIVARIATE (SAS Institute, 2001).

5. RESULTADOS

Foram observadas 43 espécies de artrópodes no dossel das plantas de feijão, sendo três detritívoras, sete parasitóides, 13 fitófagos e 20 predadores. A riqueza de espécies que compõe as guildas variou de 23 espécies, observadas nas parcelas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio convencional e direto em sucessão ao milho silagem, a 25 espécies observadas nas parcelas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho grão (Tabela 2).

Para a análise dos dados foram selecionadas apenas as espécies cuja frequência tenha sido maior que 10% nos tratamentos estudados (Tabela 3). Em

termos de diversidade biológica, a frequência avaliada pela batida de bandeja nestas espécies variou de 86% para a *Empoasca kraemeri* a 25% para *Bemisia tabaci* biótipo B. Os fitófagos foram o grupo mais frequente sendo encontrados em 64% das amostras, seguido pelos predadores 59%, detritívoros 55% e parasitóides 42% (Tabela 3). Destas espécies, *Hypogastrura* sp., *Caliothrips brasiliensis*, *Circulifer* sp., *Empoasca kraemeri*, *Aphidius* spp, *Achaeearanea* sp., *Cheyletus* sp., *Franklinothrips* spp., *Orius insidiosus* e *Solenopsis* sp., foram as que melhor explicaram a variação observada entre os quatro tratamentos usando a seleção STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS, sendo selecionadas para análise adicional (Tabela 4).

A análise das variáveis canônicas CVA para sistema de plantio (convencional e direto) e para o cultivo do feijoeiro em sucessão ao milho (grão e silagem) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a composição e a abundância das espécies (Wilks' lambda=0.6583; F=18,10; gl (numerador/denominador)=30/361,7; P < 0,0001). Quatro eixos canônicos foram calculados, sendo dois significativos (P=0,0327 e P=0.0427).

Baseando-se no coeficiente canônico (entre estrutura canônica), as espécies que mais contribuíram positivamente para a divergência entre os tratamentos no eixo 1 foram: *E. kraemeri*, *Achaeearanea* sp. e *C. brasiliensis*. Já *Cheyletus* sp. foi a espécie que mais contribuiu negativamente na explicação dos dados no eixo 1. No eixo 2 *E. kraemeri* e *Circulifer* sp. foram às espécies que mais contribuíram positivamente para a divergência entre os tratamentos. *Solenopsis* sp. foi a que mais contribuiu negativamente na explicação dos dados do eixo 2 (Tabela 5).

O diagrama de ordenação derivado da análise das variáveis canônicas foi feito com os dois eixos canônicos significativos que juntos explicam 83% do total da variância avaliada (Tabela 5). O diagrama mostrou diferenças na comunidade de artrópodes encontrados no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto, entretanto, não se observou efeito nos artrópodes do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão quando comparado ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem em ambos os sistemas de cultivo estudados (Figura 2).

Tabela 2. Riqueza (espécies/tratamento) das principais guildas de artrópodes coletados no dossel das plantas de feijão cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos (SMg) ou de silagem (SMs)(Coimbra, MG, 2003).

Guilda	Riqueza (espécies/tratamento)				Total por guilda
	Plantio Convencional		Plantio Direto		
	SMg	SMs	SMg	SMs	
	Detritívoros	1	2	2	
Fitófagos	10	10	9	9	13
Predadores	9	8	11	9	20
Parasitóides	5	3	2	4	7
Total por tratamento	25	23	24	23	43

Tabela 3. Abundância (indivíduos/amostra) e frequência (Freq.) dos artrópodes mais coletados no dossel das plantas de feijão cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão a cultura de milho destinada a produção de grãos (SMg) ou de silagem (SMs) (Coimbra, MG, 2003).

Artrópodes*	Guilda*	Indivíduos/amostra (média ± erro padrão)				Freq. (%)
		Plantio Convencional		Plantio Direto		
		SMg	SMs	SMg	SMs	
<i>Hypogastrura</i> sp. (Collembola: Hypogastruridae) (J + Ad)	Dt	0.29 ± 0.26	0.26 ± 0.37	7.97 ± 0.37	8.89 ± 1.95	55
<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) (Ad)	Ft	0.17 ± 0.08	0.29 ± 0.10	0.43 ± 0.17	0.49 ± 0.19	25
<i>Caliothrips brasiliensis</i> (Thysanoptera: Thripidae) (Nf + Ad)	Ft	5.34 ± 1.19	6.69 ± 1.46	1.97 ± 0.46	2.40 ± 0.64	72
<i>Circulifer</i> sp. (Hemiptera:Cicadellidae) (Ad)	Ft	6.69 ± 2.13	7.09 ± 2.70	1.19 ± 1.70	1.14 ± 0.35	74
<i>Empoasca kraemeri</i> (Hemiptera:Cicadellidae) (Nf + Ad)	Ft	18.20 ± 3.38	15.46 ± 2.98	2.25 ± 0.98	1.03 ± 0.66	86
<i>Diabrotica speciosa</i> (Coleoptera:Chrysomelidae) (Ad)	Ft	0.66 ± 0.18	0.29 ± 0.11	0.14 ± 0.09	0.17 ± 0.09	23
<i>Lagria villosa</i> (Coleoptera: Lagriidae) (Ad)	Ft	0.57 ± 0.16	0.37 ± 0.15	0.69 ± 0.24	0.51 ± 0.18	32
<i>Achaearanea</i> sp. (Araneae: Theridiidae) (J + Ad)	Pd	1.97 ± 0.27	2.00 ± 0.50	3.49 ± 1.38	2.37 ± 1.27	57
<i>Cheyletus</i> sp. (Acari: Cheyletidae) (J + Ad)	Pd	8.60 ± 2.57	7.17 ± 1.49	1.67 ± 0.49	2.23 ± 0.74	70
<i>Franklinothrips</i> spp. (Thysanoptera: Aeolothripidae) (Nf + Ad)	Pd	7.83 ± 2.94	8.06 ± 2.16	2.47 ± 1.16	1.80 ± 0.61	85
<i>Neivamyrmex</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	0.26 ± 0.16	0.54 ± 0.23	1.49 ± 0.35	0.57 ± 0.21	32
<i>Orius insidiosus</i> (Heteroptera: Anthocoridae) (Ad)	Pd	2.00 ± 0.29	1.20 ± 0.53	12.37 ± 3.27	7.43 ± 1.29	51
<i>Solenopsis</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	2.17 ± 0.44	2.69 ± 1.44	6.86 ± 2.77	3.26 ± 1.92	59
<i>Aphidius</i> spp. (Hymenoptera: Aphelinidae) (Nf + Ad)	Pt	7.69 ± 2.80	7.11 ± 2.61	0.94 ± 0.61	0.51 ± 0.33	52
<i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera:Trichogrammatidae) (Ad)	Pt	0.49 ± 0.13	0.63 ± 0.22	0.57 ± 0.19	0.29 ± 0.11	33

* J=jovem, Lv=larva, Ad=adulto, Nf=ninfa, Dt=Detritívoro, Pd=Predador, Ps=Parasitóide, Ft=Fitófago, Mt=mastigadores, Pt=parasitóide

Tabela 4. Resumo da seleção pelo STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS STEPWISE visando selecionar as espécies de artrópodes do dossel das plantas de feijão a serem incluídas na análise de variáveis canônicas obtendo-se a máxima discriminação entre os tratamentos (Coimbra - MG, 2003).

Variáveis		R ² parcial	Test F – da análise de covariância		Correlação quadrada parcial	
Adicionadas	Retiradas		F	P	Média da correlação canônica quadrada	p
Detritívoros						
<i>Hypogastrura</i> sp.	-	0,0718	3,33	0,0218	0,241	<0,0001
Fitófagos						
<i>Caliothrips brasiliensis</i>	-	0,0806	3,88	0,0106	0,161	<0,0001
<i>Circulifer</i> sp.	-	0,0438	1,94	0,1267	0,267	<0,0001
<i>Empoasca kraemeri</i>	-	0,1445	7,60	<0,0001	0,101	<0,0001
Parasitóide						
<i>Aphidius</i> spp	-	0,1291	6,62	0,0003	0,138	<0,0001
Predadores						
<i>Achaearanea</i> sp.	-	0,0594	2,69	0,0488	0,256	<0,0001
<i>Cheyletus</i> sp.	-	0,1600	8,63	<0,0001	0,0533	<0,0001
<i>Franklinothrips</i> spp.	-	0,0792	3,76	0,0125	0,203	<0,0001
<i>Orius insidiosus</i>	-	0,0882	4,19	0,0072	0,224	<0,0001
<i>Solenopsis</i> sp.	-	0,0845	4,06	0,0085	0,183	<0,0001

Tabela 5. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos ao efeito do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão a cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra-MG, 2003).

Variáveis (espécies de artrópodes)	Eixos canônicos	
	1	2
Detritívoro		
<i>Hypogastrura</i> sp.	0,264	-0,248
Fitófagos		
<i>Caliothrips brasiliensis</i>	0,503	0,006
<i>Circulifer</i> sp.	-0,217	0,826
<i>Empoasca kraemeri</i>	0,720	1,268
Parasitóide		
<i>Aphidius</i> spp.	0,299	0,065
Predadores		
<i>Achaearana</i> sp.	0,584	0,048
<i>Cheyletus</i> sp.	-0,633	0,128
<i>Franklinothrips</i> spp.	-0,150	0,161
<i>Orius insidiosus</i>	-0,285	0,432
<i>Solenopsis</i> sp.	0,266	-0,661
F	16,56	2,30
gl (numerador; denominador)	30/361,7	18/248
P	<0,0001	0,0024
Correlação canônica parcial	0,67	0,16

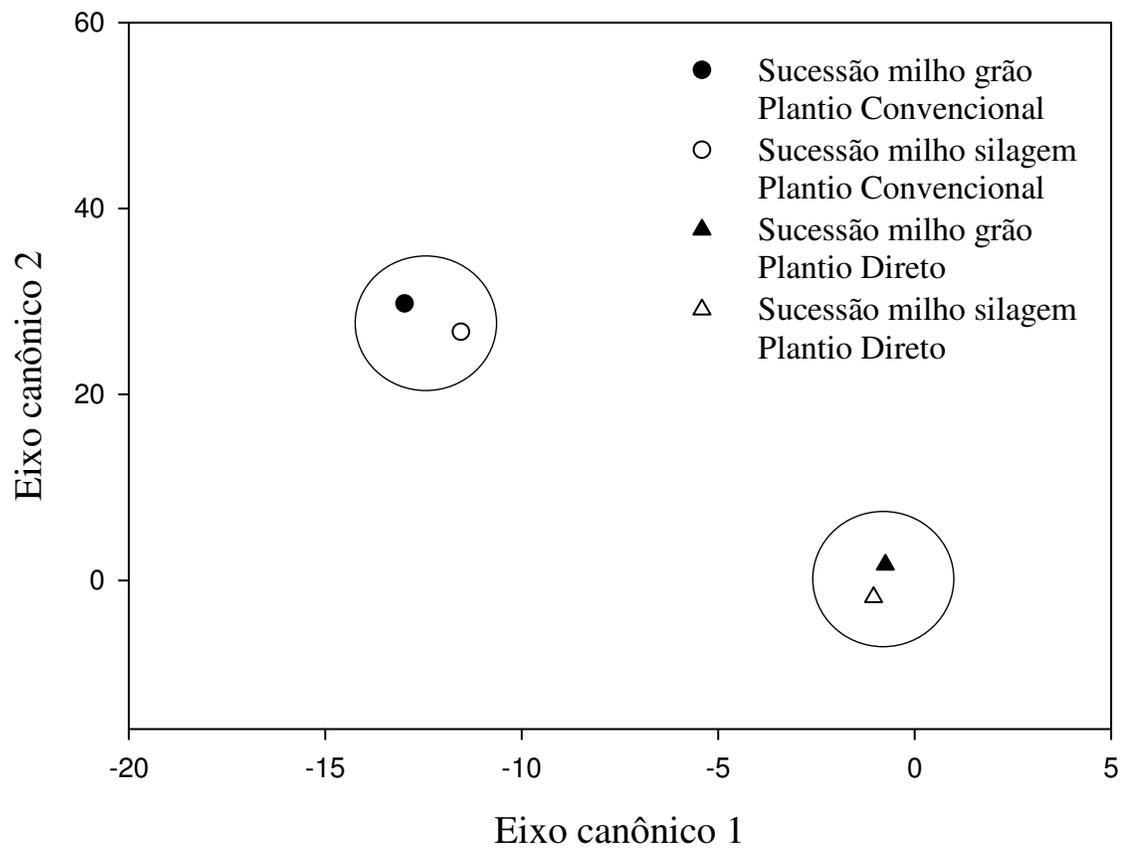


Figura 2. Digrama de Ordenação (CVA) mostrando a discriminação dos artrópodes do dossel das plantas de feijão cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem. Tratamentos dentro do mesmo círculo não diferem pelo teste F ($P < 0.05$), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes (Coimbra - MG, 2003).

A análise da medida repetida permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as espécies selecionadas foram influenciadas pelos tratamentos ($p < 0,05$). Entretanto, efeitos significativos na densidade das espécies ao longo do tempo foram verificados apenas para *Hypogastrura* sp., *Empoasca kraemeri*, *Solenopsis* sp. e *Aphidius* spp., o que indica que estas espécies variaram ao longo do tempo. Esta variação na densidade, entretanto, não seguiu uma tendência como observado nas figuras 3-A, 3-D, 4-A e 4-F, respectivamente. Houve uma interação significativa entre os tratamentos estudados e o tempo para as espécies *Empoasca kraemeri*, *Solenopsis* sp. e *Aphidius* spp. ($p < 0,05$), sugerindo um efeito da interação dos fatores sistemas de plantio e tempo simultaneamente sobre estas espécies ($p \geq 0,05$).

A espécie detritívora *Hypogastrura* sp. apresentou densidade maior no sistema de plantio direto em relação ao sistema de plantio convencional em todas as datas estudadas (Figura 3-A). Entretanto, para as espécies de insetos fitófagos a densidade média foi maior no sistema de plantio convencional quando comparado ao sistema de plantio direto (Figura 3-B, 3-C e 3-D). Não foi observada diferença para a espécie detritívora e para as fitófagas do feijoeiro quando cultivado em sucessão ao milho grão em comparação à sucessão milho silagem nas datas avaliadas, como pode ser confirmado pelo diagrama de ordenação (Figura 2) e na Tabela de abundância e frequência (Tabela 3).

A espécie de parasitóide *Aphidius* spp. tiveram maior densidade média no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto (Figura 3-A). Os predadores *Cheyletus* sp. e *Franklinothrips* spp. apresentaram densidade média maior no sistema de plantio convencional enquanto as demais espécies predadoras tiveram densidade maior no sistema de plantio direto (Figura 4-B a 4-F).

Observou-se maior densidade das espécies *Orius insidiosus* e *Solenopsis* sp. no feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão em relação ao plantio direto em sucessão ao milho silagem. (Figura 4-E e F). Para o feijoeiro cultivado no sistema de plantio convencional não se observou efeito nos artrópodes predadores e parasitóide coletados no feijão cultivado em sucessão ao milho grão quando comparado ao feijão cultivado em sucessão ao milho silagem (Figura 4-A a 4-F).

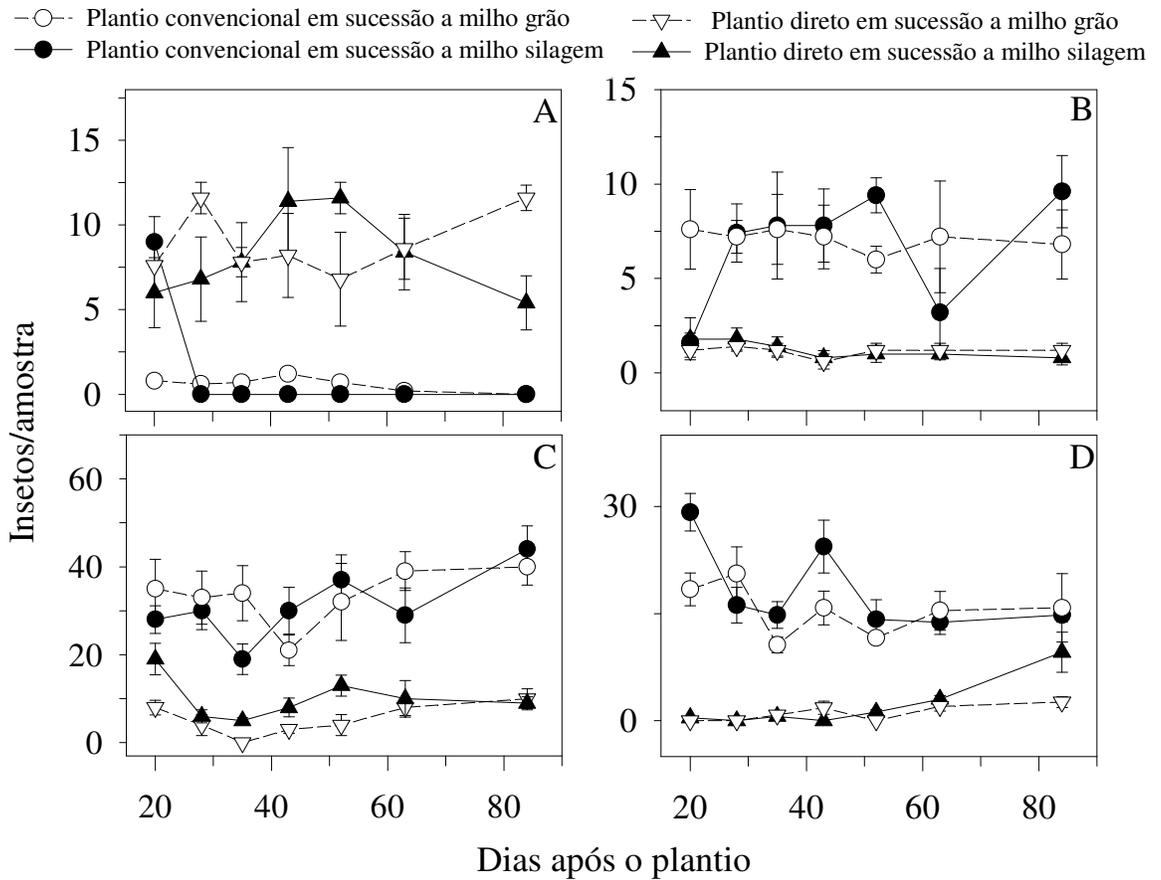


Figura 3. Abundância (média \pm erro padrão) dos principais artrópodes detritívoro (A=*Hypogastrura* sp.) e fitófagos (B=*Caliothrips brasiliensis*, C=*Circulifer* sp. e D=*Empoasca kraemeri*) no dossel das plantas de feijão cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra – MG, 2003).

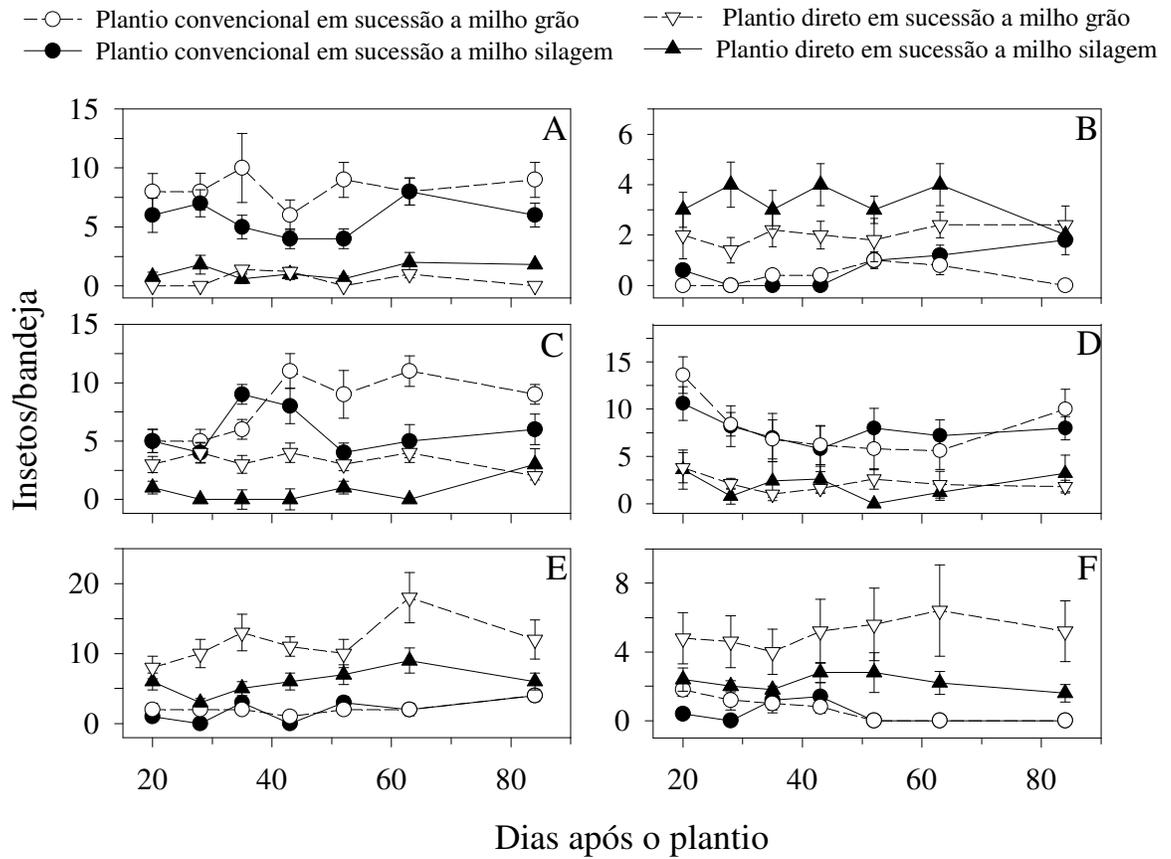


Figura 4. Abundância (média \pm erro padrão) dos principais artrópodes parasitóides (A= *Aphidius* spp.) e predadores (B=*Achaearanea* sp., C=*Cheyletus* sp., D=*Franklinothrips* spp., E=*Orius insidiosus* e F=*Solenopsis* sp.) no dossel das plantas de feijão cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra – MG, 2003).

O efeito dos sistemas de plantio e da sucessão milho grão e milho silagem na interação entre as três espécies de fitófagos pragas e as seis espécies de predadores mais importantes foi explorado através da análise de correlação canônica entre a abundância das espécies dos dois grupos. Houve correlação significativa entre a abundância dos fitófagos e dos predadores (Wilk's lambda = 0,54, F = 4,94, glnum/den = 18/371.01, p < 0,0001). Somente a primeira correlação canônica foi significativa (p < 0,0001) com coeficiente de correlação de 0,87. A correlação obtida nas matrizes das estruturas canônicas junto com os coeficientes canônicos indica a prevalência dos predadores *Achaearana sp.* e *O. insidiosus* e a abundância do fitófago *E. kraemeri* que mostrou uma contribuição oposta (Tabela 6). Análises de correlação adicionais complementando a correlação canônica mostraram correlação negativa e significativa do predador *Achaearana sp.*, com os fitófagos *E. kraemeri* (r = -0,49; p < 0,0001) e *C. brasiliensis* (r = -0,39; p < 0,0001). A espécie predadora *Solenopsis sp.* correlacionou negativamente com as espécies *B. tabaci* (r = - 0,30; p = 0,0057), *C. brasiliensis* (r = -0,28; p = 0,0003) e *E. kraemeri* (r = -0,18; p < 0,0008). O predador *O. insidiosus* correlacionou negativamente com os fitófagos *E. kraemeri* (r = -0,42; p < 0,0001) e *C. brasiliensis* (r = -0,30; p = 0,0003). *Cheyletus sp.* e *E. kraemeri* foram positivamente correlacionados (r = 0,33, p < 0,0001).

Houve diferenças significativas na produtividade de grãos entre os tratamentos. A produtividade de grãos no sistema de plantio convencional foi semelhante independentemente do feijoeiro ser cultivado em sucessão ao milho grão ou em sucessão ao milho silagem (2,35 ± 0,36 T ha⁻¹ e 2,00 ± 0,21 toneladas/há, respectivamente). Do mesmo modo, a produção do feijoeiro não diferiu significativamente no sistema de plantio direto quando em sucessão ao milho grão e ao milho silagem (2,83 ± 0,46 T ha⁻¹ e 2,42 ± 0,31 T ha⁻¹, respectivamente). Entretanto, a produtividade no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem foi significativamente menor em relação a produtividade obtida no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão (Tukey, p < 0,05).

Tabela 6. Correlação canônica e par canônico significativo entre a abundância de fitófagos pragas e predadores coletados dossel das plantas de feijão cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra-MG, 2003).

Variáveis	Par canônico significativo	
	Coefficiente	Correlação
Espécies de predadores		
<i>Achaearanea</i> sp.	-0,42	-0,81
<i>Cheyletus</i> sp.	0,20	0,50
<i>Franklinothrips</i> spp.	0,05	0,50
<i>Neivamyrmex</i> sp.	-0,04	-0,23
<i>Orius insidiosus</i>	-0,26	-0,68
<i>Solenopsis</i> sp.	-0,06	-0,50

Espécies de Fitófagos		
<i>Bemisia tabaci</i> biótipo B	0,06	0,05
<i>Caliothrips brasiliensis</i>	0,05	0,06
<i>Empoasca kraemeri</i>	0,09	0,09

R	0,87	
F aproximado	4,94	
g.l. (numerador/denominador)	18/371,01	
<i>P</i>	< 0,0001	

6. DISCUSSÃO

A pequena variação observada na riqueza de artrópodes do dossel das plantas, pode ser justificada pela alta variabilidade espacial e capacidade de migração desses organismos, como relatado por Melo & Ligo (1999). Winter et al. (1990), também não verificaram diferenças na riqueza de artrópodes coletados no milho cultivado ao longo de 19 anos em áreas de sistemas de plantio direto e convencional, em solos de textura média no Canadá. Em outro estudo, Brust (1991) não obteve diferença na riqueza de artrópodes predadores encontrados no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto no milho.

A maior frequência de fitófagos em relação a outras guildas estudadas se deve a redução de inimigos naturais devido à destruição de áreas de refúgios e das condições ambientais ideais (temperatura, umidade, diversidade alimentar). Desse quadro resultam condições favoráveis ao desenvolvimento e multiplicação dos insetos fitófagos que, em grande número, causam maiores prejuízos e ganham o “status” de praga (Paschoal, 1994).

A análise de ordenação indica diferença substancial na abundância de artrópodes entre os dois sistemas de plantio. O efeito benéfico do sistema de plantio direto sobre artrópodes do solo, especialmente ácaros e colêmbolos, já foi observada (Stinner & House, 1990; Crossley et al., 1992; MacLaughlin & Mineau, 1995; Wyland et al., 1996). Em contrapartida, relatos sobre os efeitos do plantio direto em insetos-pragas e seus inimigos naturais associados ao dossel das plantas são controversos (Quintela, 2001; Guedes & Guedes, 2001).

A baixa variabilidade observada entre os artrópodes estudados ao longo do tempo, como demonstrada pela análise de medida repetida, pode estar relacionada com a ausência de chuvas fortes ou longos períodos de estiagens durante a coleta dos dados (Figura 1), bem como a ausência da aplicação de inseticidas e herbicidas no período das coletas de dados. De acordo com Werner & Dindal (1987), a umidade é determinante para o fornecimento de alimento, e conseqüentemente na

distribuição dos artrópodes. Horowitz (1986) observou que a ocorrência de precipitações elevadas normalmente acarreta reduções nas populações de *B. tabaci*. Entretanto, os efeitos significativos na densidade das espécies ao longo das datas de avaliação, verificadas para *Hypogastrura* sp.; *E. kraemeri*, *Solenopsis* sp. e *Aphidius* spp., podem estar relacionadas com a grande capacidade migratória destas espécies.

A maior abundância das espécies de fitófagos selecionadas *Caliothrips brasiliensis*, *Circulifer* sp. e *E. kraemeri* no sistema de plantio convencional em relação ao plantio direto pode estar correlacionado com a maior concentração de seiva encontrada em plantas submetidas ao sistema de plantio convencional em relação ao plantio direto, principalmente quando estas plantas se encontram em condições de estresse hídrico, o que as torna mais atrativas para este grupo de insetos (Bernays & Chapman, 1994). Outro fator que pode favorecer a maior incidência de fitófagos no plantio convencional é a presença em maior número de predadores no sistema de plantio direto (Cividanes, 2002). Estudos têm demonstrado menor ocorrência Gryllidae no sistema de plantio direto favorecido pelas maiores taxas de predação efetuada por aranhas (Hook, 1971; Tennis, 1983). Andersen (1999) demonstrou que o sistema de plantio direto atua na redução do número de insetos fitófagos.

A maior abundância da espécie detritívora selecionada *Hypogastrura* sp. no sistema de plantio direto já foi relatada em estudos envolvendo efeito de sistemas de cultivo sobre colêmbolos do solo (Silva & Carvalho, 2000; Rovedder et al., 2004). Entretanto, trabalhos envolvendo colêmbolos amostrados em doses de plantas de diferentes culturas ainda não foram relatados. A maior presença destes artrópodes no solo de plantio direto está correlacionado com o incremento de nutrientes no solo, originado da fragmentação e degradação dos tecidos orgânicos (Coleman & Crossley, 1995; Coleman & Hendrix, 2000), sendo que alguns destes artrópodes podem esporadicamente migrar para regiões do dossel das plantas e ser amostrados em maior intensidade.

Diversos estudos têm demonstrado a presença de número maior de inimigos naturais no sistema de plantio direto como formigas, carabídeos e aranhas em relação ao plantio convencional (Clark et al., 1997; Cividanes, 2002; Lamparski &

Lamparski, 1987). Entretanto, apenas parte da população de inimigos naturais, dentre eles as espécies selecionadas de predadores *Achaearanea* sp., *Orius insidiosus* e *Solenopsis* sp. ocorreram em maior número no sistema de plantio direto. As espécies de parasitóides *Aphidius* spp. e de predadores *Cheyletus* sp. e *Franklinothrips* spp. ocorreram em maior número no sistema de plantio convencional, o que pode estar correlacionado com a disponibilidade alimentar, ou seja o número menor de presas deste grupo de predadores presentes neste sistema de cultivo. Estudo realizado por Hu et al. (1997) demonstrou que Enchytraeidae e nematóides foram beneficiados pelo revolvimento do solo, indicando adaptação destes animais a esta condição. Todavia, Rice & Wilde (1991) verificaram que as populações de aranhas predadoras foram maiores nos sistemas de plantio convencional em relação ao plantio direto, enquanto populações de outros predadores envolvidos no estudo ocorreram em maior número no sistema de plantio direto.

A maior densidade das espécies *O. insidiosus* e *Solenopsis* sp. observada no feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão em relação ao plantio direto em sucessão ao milho silagem pode estar relacionada com a maior presença de palhada proveniente da parte aérea das plantas de milho grão. Resultados semelhantes foram obtidos por Robertson et al. (1994), que verificaram uma densidade maior de predadores e decompositores em ambientes com maior quantidade de palhada na superfície do solo no sistema de semeadura direta.

Embora os indivíduos capturados no dossel das plantas de feijão representem apenas uma parte dos artrópodes presentes no feijoeiro, a análise de correlação canônica demonstrou que os resultados deste experimento estão de acordo com os obtidos por Kajak (1997) e Marasas et al. (2001) que verificaram redução no número de predadores associados a um incremento no número de insetos fitófagos. Desta forma, práticas como o plantio convencional, que contribuam na redução da incidência de predadores ao longo do tempo podem provocar desbalanço na comunidade de artrópodes das culturas, contribuindo para que algumas espécies de fitófagos até então sem importância, se tornem pragas importantes no futuro. Esta

idéia está de acordo com Robertson et al. (1994), que verificaram redução no número de predadores em áreas de cultivo convencional, contribuindo para o incremento no número de insetos-praga nas culturas estudadas.

A menor produtividade observada no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem em relação à obtida no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão, pode estar correlacionada com o menor índice de ataque de insetos pragas observados no sistema de plantio direto. Outro fator importante que pode estar correlacionado é a presença de maiores teores de matéria orgânica e umidade do solo observado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão (Roth & Vieira, 1983; Vieira & Muzilli, 1984; Corrêa, 1985), proporcionando melhor desenvolvimento da cultura.

Em conclusão, verificou-se que o plantio direto reduziu o ataque de insetos-praga e propiciou aumento das populações de predadores e de parasitóides no dossel do feijoeiro. Entretanto, a comunidade de artrópodes no dossel do feijoeiro não foi influenciada pela sucessão de cultivo anterior.

7. LITERATURA CITADA

ABDEL GAWAAD, A.A.; EL SAYED, A.M.; SHALABY, F.F.; ABO EL GHAR, M.R. Natural enemies of *Bemisia tabaci* Genn. and their role in suppressing the population density of the pest. **Agricultural Research Review**, v.68, n.1, p.185-195, 1990.

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v.18, p.651-657, 1999.

BADJI, C.A.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, A.A.; ARAUJO, R.A. Impact of deltamethrin on arthropods in maize under conventional and no-tillage cultivation. **Crop Protection**, v.23, n.11, p.1031-1039, 2004.

BERNAYS, E.A.; CHAPMAN, R.F. 1994. **Host-plant selection by phytophagous insects**. Chapman & Hall, New York, 312 p.

BRUST, G.E. Soil moisture, no-tillage and predator effects on southern corn rootworm survival in peanut agroecosystems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.58, n.2, p.109-121, 2001.

CÁRCAMO, H.A.; NIEMALA, J.K.; SPENCE, J.R. Farming and ground beetles: effects of agronomic practice on populations and community structure. **Canadian Entomology**, p.127, v.123-170, 1995.

CIVIDANES, F.J. Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.15-23, 2002.

CLARK, M. S.; GAGE, S. H.; SPENCE, J. R. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. **Environmental Entomology**, v. 26, p. 519-527, 1997.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY Jr., D.A. **Fundamentals of Soil Ecology**. London, 1995. 205 p.

COLEMAN, D.C.; HENDRIX, P.F. **Invertebrates as Webmasters in Ecosystems**. London, CABI Publishing, 2000. 336 p.

CORRÊA, J.C. Efeito de métodos de cultivo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.11, p.1317-1322, 1985.

CROSSLEY, J.R.; MUELLER, B.R.; PERDUE, J.C. Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.40, p.37-46, 1992.

GEBHARDT, M.R.; DANIEL, T.C.; SCHWEIZER, E.E.; ALLMARAS, R.R. Conservation tillage. **Science**, v.230, p.625-630, 1985

GONZALEZ, A.; CAVE, R.D. Comparison of egg parasitism of *Empoasca kraemeri* Ross & Moore (Homoptera: Cicadellidae) by *Anagrus* spp. (Hymenoptera: Mymaridae) in common beans under no tillage and conventional tillage. **CEIBA**, v.38, n.1, p.49-54, 1997.

GREEN, R.H. Application of repeated measures designs in environmental impact and monitoring studies. **Australian Journal of Ecology**, v.18, p.81-98, 1993.

GUEDES, R.N.C.; GUEDES, N.M.P., 2001. Limitação e perspectivas do manejo integrado de pragas em culturas sob plantio direto, pivô central e cultivo protegido. In: Zambolin, L. (Ed.). **Manejo Integrado – Fitossanidade: Cultivo Protegido, Pivô Central e Plantio Direto**. UFV, Viçosa, Minas Gerais, pp. 543-581.

HALAJ, J.; WISE, D.H. Terrestrial trophic cascades: how much do they trickle? **American Naturalist**, v.157, p.262-281, 2001.

HOOK, R.I. van. Energy and nutrient dynamics of spider and orthopteran populations in a grassland ecosystem. **Ecological Monographs**, Washington, v. 41, p. 1-26, 1971.

HOROWITZ, A.R. Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius): with special emphasis on cotton fields. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.17, p.37-47, 1986.

HU, F.; LI, H.X.; WU, S.M. Differentiation of soil fauna populations in conventional tillage and no-tillage red soil ecosystems. **Pedosphere**, v.7, p.339-348, 1997.

HURLBERT, S.H. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs**, v.54, p.187-211, 1984.

KAJAK, A. Effects of epigeic macroarthropods on grass litter decomposition in mown meadow. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.64, p.53-63, 1997.

KEDWARDS, T.J.; MAUND, S.J.; CHAPMAN, P.F. Community level analysis of ecotoxicological field studies. II. Replicated-design studies. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.18, p.158-166, 1999.

LAMPARSKI, A.K.; LAMPARSKI, F. Burrow constructions during the development of *Lumbricus badensis* individuals. **Biology and Fertility of Soils**, v.3, p.125-129, 1987.

MACLAUGHLIN, A.; MINEAU, P. The impact of agricultural practices on biodiversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.55, p.210-212, 1995.

MARASAS, M.E; SARANDÓN, S.J.; CICCHINO, C. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. **Applied Soil Ecology**, v.18, p. 61-68, 2001.

MELO, L.A.S.; LIGO, M.A.V. Amostragem de solo e uso de "litterbags" na avaliação populacional de microartrópodos edáficos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, p.523-528, 1999.

MENGE, B.A. Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs-patterns and importance. **Ecological Monographs**, v.65, p.21-74, 1995.

MICHEREFF FILHO, M.; DELLA LUCIA, T.M.C.; CRUZ, I.; GUEDES, R.N.C. Response to the insecticide chlorpyrifos by arthropods on maize canopy. **International Journal of Pest Management**, v.48, p.203-210, 2002.

MULUGUETA, D.; STOLTENBERG, D.E. Increase weed emergence and seed bank depletion by soil disturbance in no-tillage systems. **Weed Science**, v. 45, p. 234-241, 1997.

OLIVEIRA, M.R.V.; AMANCIO, E.; LAUMANN, R.A.; GOMES, L.O. Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasilia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.32, n.1, p.151-154, 2003.

PAINE, M.D. Repeated measures designs. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.15, p.1439-1441, 1996.

PASCHOAL, A.D. Produção orgânica de alimentos. **Agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba: Adilson Paschoal, 1994.

PEREIRA, E.S.; VELINI, E.D; CARVALHO, L.R.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S. Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.207-216, 2000.

PEREIRA, E.S.; VELINI, E.D.; CARVALHO, L.R. Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.207-216, 2000.

PERSSON, L. Trophic cascades: abiding heterogeneity and the trophic level concept at the end of the road. **Oikos**, v.85, p.385-397, 1999.

PICANÇO, M.C.; MARQUINI, F.; GALVAN, T.L. 2001. Manejo de pragas em cultivos irrigados sob pivô central. In: Zambolim, L (Ed.). **Manejo Integrado; Fitossanidade; Cultivo Protegido, Pivôcentral e Plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 722p.

PÊSSOA, A.S.M. 2006. **Situação do Plantio Direto e da Integração Lavoura-Pecuária no Brasil**. Florianópolis: Fundação Agrisus, 25p.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. 1988. **Pedologia e fertilidade de solos: Interações e aplicações**. MEC, Brasília.

RICE, M.E.; WILDE, G.E. Aphid and predators associated with conventional and conservation-tillage winter wheat. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.64, n.3, p.245-250, 1991.

ROBERTSON, L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON, G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.48, p.149-156, 1994.

ROTH, C.; VIEIRA, M.J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v.1, n.3, p.4, 1983.

ROVEDDER, A.P.; ANTONIOLLI, Z.I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S.V. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, n.2, p.87-96, 2004.

SAS Institute, 2001. SAS user's guide: Statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.

SHURIN, J.B.; BORER, E.T.; SEABLOOM, E.W. A crossecosystem comparison of the strength of trophic cascades. **Ecology Letters**, v.5, p.785-791, 2002.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.2, p.199-203, 2000.

SOUTHWOOD, T.R.E.; BROWN, V.K.; READER, P.M. The relationship of plant and insect diversities in sucession. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.12, p.327-348, 1979.

STANSLY, P.A. Seasonal abundance of silverleaf whitefly in Southwest Florida vegetable fields. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.108, p.234-242, 1995.

STEWART-OATEN, A.; MURDOCH, W.W.; PARKER, K.R. Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time. **Ecology**, v.67, p.929-940, 1986.

STINNER, B.R.; HOUSE, G.J. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.299-318, 1990.

TENNIS, P. Survivorship, spatial pattern, and habitat structure of field crickets (Orthoptera: Gryllidae) in two old fields. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 110-116, 1983.

TONHASCA, A. Carabid beetle assemblage under diversified agroecosystems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.68, p.279-285, 1993.

VIEIRA, M.J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.7, p.873-882, 1984.

VON ENDE, C.N. 1993. Repeated-measures analysis: growth and other time-dependent measures. In: Scheiner, S.; Gurevitch, J. (Eds.), **Design and Analysis of Ecological Experiments**. Chapman & Hall, New York, pp. 113-137.

YENISH, J. P.; WORSHAM, A. D.; YORK, A. C. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 10, p. 815-821, 1996.

WERNER, M.R.; DINDAL, D.L; Nutritional ecology of soil arthropods. In: SLANSKY JR., F.; RODRIGUES, J.G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: John Wiley ,1987. p.815-836.

WINTER, J.P.; VORONEY, R.P.; AINSWORTH, D.A. Soil microarthropods in long-term no-tillage and conventional tillage corn production. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.70, p.641-653, 1990.

WOOTTON, J.T. Indirect effects and habitat use in an intertidal community: interaction chains and interaction modifications. **American Naturalist**, v.141, p.71-89, 1993.

WYLAND, L.J.; JACKSON, L.E.; CHANEY, W.E.; KLONSKY, K.; KOIKE, S.T.; KIMPLE, B. Winter cover crops in a vegetable cropping system: impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.59, p.1-17, 1996.

II - IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM ARTRÓPODES DA SUPERFÍCIE DO SOLO DO FEIJÃO

1. RESUMO

Estudos sobre o efeito da diversidade de agroecossistemas sobre populações de artrópodes têm demonstrado que o plantio direto, bem como as sucessões de culturas e níveis de palhada no solo podem influenciar a densidade populacional de pragas, inimigos naturais e artrópodes detritívoros do solo. Neste estudo objetivou-se avaliar o impacto dos sistemas de plantio direto e plantio convencional e da sucessão milho grão e milho silagem sobre a comunidade de artrópodes da superfície do solo do feijoeiro. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. Os sistemas de plantio usados foram: direto e convencional. Já as sucessões de cultivos foram plantio de feijoeiro em sucessão a cultivo de milho destinado a produção de grãos ou silagem. As populações de artrópodes da superfície do solo foram amostradas aos 20, 28, 35, 43 e 84 dias após o plantio sendo estas amostras coletadas utilizando-se armadilhas do tipo pitfall. O diagrama de ordenação mostrou diferenças no conjunto de artrópodes encontrados no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto e também do sistema de plantio direto em sucessão a milho grão em relação ao sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem. Entretanto, não se observou efeito nos artrópodes do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão quando comparado ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem no sistema de plantio convencional. As análises das medidas repetidas permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as interações entre tratamentos (fatorial 2 x 2) e datas foram significativas ($p < 0,05$), tornando os outros testes sem sentido para as espécies selecionadas. As espécies de colêmbolos detritívoras Entomobryidae e *Hypogastrura* sp. foram mais abundantes na superfície

do solo do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto. As populações destas espécies no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão foi superior à observada no sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem, em todas as datas estudadas. A espécie de larvas de fitófago de Chrysomelidae foi mais abundante no sistema de plantio direto, tendo ocorrido em maior densidade nos tratamentos onde foi cultivado o feijão em sucessão ao milho grão em ambos os sistemas de cultivo. A densidade média das populações de artrópodes predadores no sistema de plantio direto foi superior às observadas no sistema de plantio convencional no decorrer de toda à condução do experimento. Verificou-se maior densidade dos predadores *Acanthinus* sp., *Cheyletus* sp., *Ctenus taeniatus*, *Neivamyrmex* sp. e *Tapinoma* sp. na superfície do solo cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão em relação aos artrópodes coletados no plantio direto em sucessão ao milho silagem.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, plantio direto, plantio convencional, milho-grão, milho-silagem, bioindicadores.

2. ABSTRACT

IMPACT OF CROPPING SYSTEMS AND SUCCESSION OF CULTIVATION IN ARTHROPODS OF THE SOIL SURFACE ON BEAN CULTURE

Studies on the effect of the agroecosystems diversity on population of arthropods have demonstrated that no-tillage, as well as the succession of cultures and mulching levels in the soil can influence the density of pests, natural enemies and detritivorous arthropods of the soil. In this study, it was aimed to evaluate the impact of the systems of no-tillage and conventional tillage system and the succession to corn grain and corn silage on the community of arthropods of the soil surface of bean culture. The experimental design was in randomized blocks, with five replications. The used cropping systems were: no-tillage and conventional tillage. The succession of cultivation was bean culture in succession to corn destined to the production of grain or silage. The population of arthropods of the soil surface was sampled 20, 28, 35, 43 and 84 days after the planting, being used pitfall traps. The ordering diagram showed differences in the group of arthropods found in the conventional tillage system in relation to the no-tillage system and also in the no-tillage system in succession to corn grain in relation to the no-tillage system in succession to the corn silage. However, there was no effect in the arthropods of the bean cultivated in succession to the corn grain when compared to the bean cultivated in succession to the corn silage in the conventional tillage system. The analyses of the repeated measures allowed the interpretation of the effect of the time and of its interactions in the treatments. All the interactions among treatments (factorial 2 x 2) and dates were significant ($p < 0,05$), making the other tests with no necessity for the selected species. The species of detritivorous collembolans Entomobryidae and *Hypogastrura* sp. were more abundant in the soil surface of the bean cultivated in the no-tillage system. The populations of these species in the no-tillage system in succession to the corn grain were superior to the one observed in the no-tillage system in succession

to the corn silage in all the studied dates. The species of larvae of Chrysomelidae phitophagous was more abundant in the no-tillage system, having happened in larger density in the treatments where the bean was cultivated in succession to the corn grain in both cropping system. The mean of the density of the population of arthropods predators in the no-tillage system were superior to the one observed in the conventional tillage system during the experiment. Larger density of the predators *Acanthinus* sp., *Cheyletus* sp., *Ctenus taeniatus*, *Neivamyrmex* sp. and *Tapinoma* sp. was verified in the soil surface of bean culture in the no-tillage system in succession to the corn grain compared to the no-tillage in succession to the corn silage.

Word-key: *Phaseolus vulgaris*, no-tillage, conventional tillage, corn grain, corn silage, bioindicators.

3. INTRODUÇÃO

A população mundial estimada em 2004 era de 6,4 bilhões de pessoas sendo que previsões apontam para uma população mundial de 8,9 bilhões de pessoas em 2050 (Population Reference Bureau Staff, 2004). Desta forma, demandas crescentes por alimentos se tornam uma necessidade, os quais podem ser obtidos por aumento das áreas cultivadas ou incremento de produtividade das culturas. Entretanto, nos últimos anos diversas pesquisas têm focado, além do aumento de produtividade, práticas de manejo sustentáveis que garantam a conservação de espécies animais e vegetais prolongando a vida útil das áreas. Dentre as diversas práticas que vêm surgindo, o sistema de plantio direto é o que mais tem se destacado no País, devido aos diversos benefícios que propicia ao agroecossistema (Fernandes, 1997; Quintela, 2001).

A despeito dessa situação, poucos estudos têm avaliado o impacto dessas práticas agrônômicas, como o sistema de plantio direto sobre a fauna de artrópodes não-alvos, principalmente os inimigos naturais de pragas e os detritívoros. A importância destes é normalmente esquecida apesar de serem fundamentais em processos biológicos como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, além de serem responsáveis pela manutenção de pragas abaixo do nível de dano econômico (Longley & Sotherton, 1997; Landis & Yu, 1999; Holland et al., 2000; Margni et al., 2002; Araújo et al., 2004). Esses artrópodes são sensíveis às mudanças ocorridas no ambiente, como alterações mecânicas na estrutura do solo, teor de matéria orgânica, quantidade de detritos vegetais presentes no solo e diversidade de plantas daninhas infestantes (Stinner & House, 1990; Giesy et al., 2000; Rodriguez et al., 2006). Os artrópodes do solo são considerados bons bioindicadores de distúrbio ambiental devido ao fato de responderem rapidamente à mudanças ocorridas no ambiente, apresentarem ampla distribuição geográfica e

serem capazes de demonstrar um eficiente gradiente de resposta em função do grau da perturbação (Noss, 1990; Paoletti & Bressan, 1996; Badji et al., 2004).

Van Straalen (1998) avalia que basicamente dois critérios são usados na escolha de um bioindicador: a especificidade de seu comportamento a um determinado fator e a sua sensibilidade ao agente estressante. Respondendo a esses critérios tem-se entre outros artrópodes, os ácaros (Vadakepuram et al., 1991), os colêmbolos (Vadakepuram et al., 1991) e as formigas (Majer, 1994; Peck et al., 1998)

Estudos sobre o efeito da diversidade de agroecossistemas sobre populações de artrópodes têm demonstrado que o plantio direto, bem como as sucessões de culturas e níveis de palhada no solo podem aumentar ou diminuir a densidade populacional de pragas, inimigos naturais e artrópodes detritívoros do solo (Grant, 1982; Stinner & House, 1990; Andow, 1991). Na busca de informações para as condições brasileiras esse estudo teve como objetivo avaliar o impacto dos sistemas de plantio direto e plantio convencional e da sucessão milho grão e milho silagem sobre a comunidade de artrópodes da superfície no solo da cultura do feijoeiro.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da Área

O experimento foi realizado em áreas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, localizadas em Coimbra (Estado de Minas Gerais, Brasil; 20° 51' 24"S, 42° 48' 10"W), num Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, fase terraço. Esse solo é pobre em nutrientes com profundidade moderada e baixa permeabilidade a água (Resende et al., 1988). Os dados referentes à análise do solo nos sistemas de plantio convencional e direto se encontram na Tabela 1. O experimento constituiu-se dos seguintes tratamentos: Feijão cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho grão; feijão cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem; feijão cultivado no sistema de plantio direto cultivado em sucessão ao milho grão e

feijão cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem. Nas áreas de plantio direto, a dessecação das plantas daninhas foi realizada 10 dias antes do plantio do feijão com a mistura de glyphosate + 2,4-D (1.440 + 670 g ha⁻¹). Dois dias antes do plantio do feijão nas áreas de plantio convencional, foram realizadas uma aração e duas gradagens. O plantio do feijão, cultivar Meia Noite, foi feito em 23 de abril de 2003. Foram empregados na adubação 250 kg ha⁻¹ da mistura de N, P₂O₅ e K₂O, na proporção de 8:28:16. Os valores diários de precipitação pluvial; umidade relativa e temperaturas médias, máximas e mínimas durante o ciclo da cultura estão representadas na Figura 1.

Tabela 1. Composição química e textural da camada 0-10 cm de profundidade do solo argiloso proveniente de sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC) utilizado no experimento. (Coimbra– MG, 2003).

Sistema de Plantio Convencional										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
H ₂ O	mg dm ³		Cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,0	9,6	50	2,50	0,3	2,0	0,5	5,12	34	11	1,01
Sistema de Plantio Direto										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
H ₂ O	mg dm ³		Cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,0	8,3	68	2,62	0,2	2,3	0,6	5,65	38	7	2,62

*Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (1997).

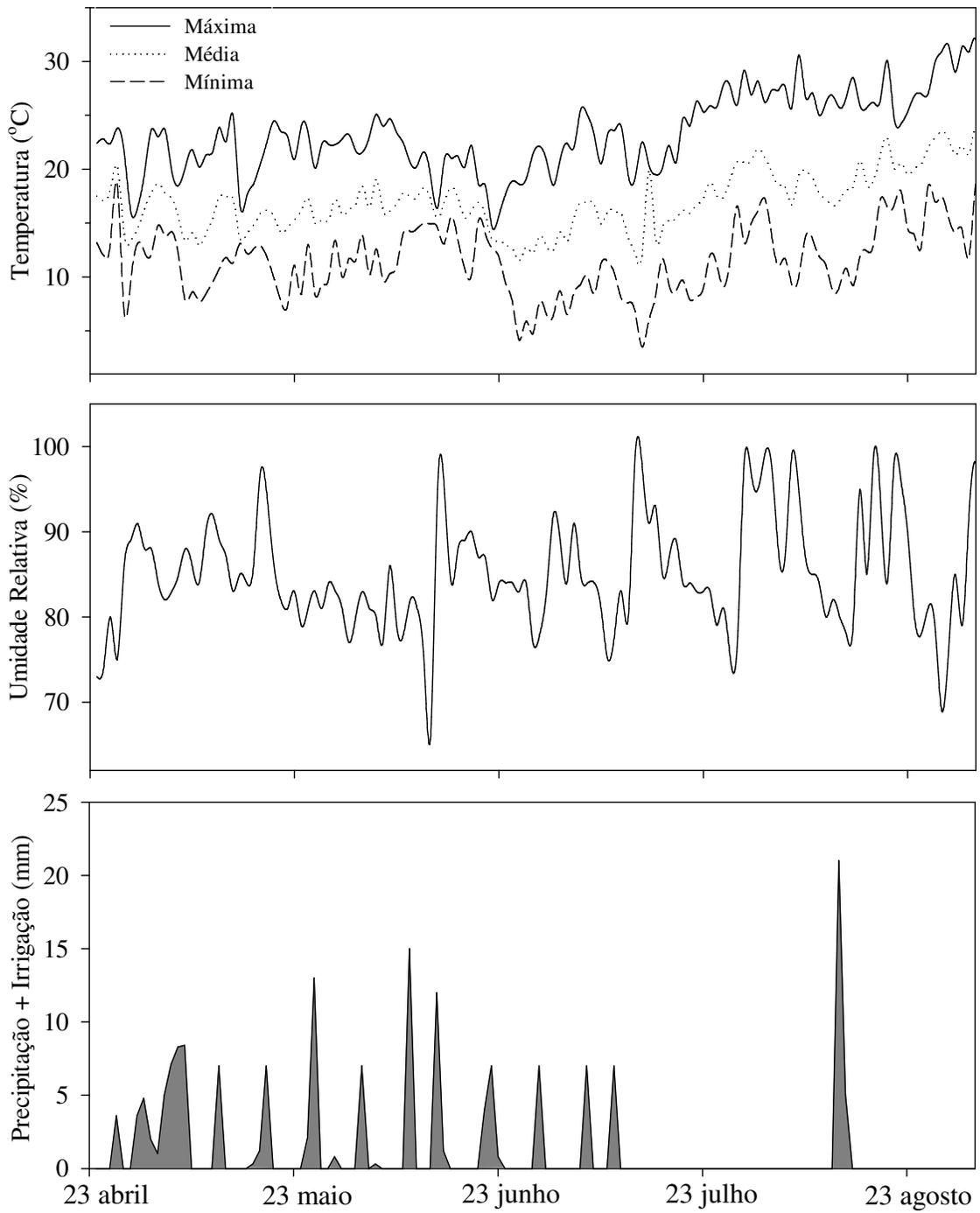


Figura 1. Dados climatológicos coletados durante a condução do experimento (Coimbra - MG, 2003).

4.2. Delineamento experimental e avaliação dos artrópodes

Foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por cinco fileiras de feijão de 12m cada, espaçadas de 0,45 m, ou seja, a área total foi de 27,0 m².

As populações de artrópodes da superfície do solo foram amostradas aos 20 (21/6/2003), 28 (29/6/2003), 35 (5/7/2003), 43 (13/7/2003), 84 (23/8/2002) dias após o plantio sendo estas amostras coletadas utilizando-se armadilhas do tipo pitfall, conforme proposto por Luff (1975). As amostras provenientes da coleta no campo pelas armadilhas foram conservadas em potes de vidro contendo álcool 70%, sendo posteriormente transferidas para placas de Petri e submetidas à contagem do número total dos artrópodes utilizando-se o microscópio estereoscópio com aumento fixado de 12X.

As espécies de artrópodes, foram prontamente identificadas usando uma coleção de referência periodicamente atualizada pelas coletas de campo. Posteriormente, estes espécimes coletados foram encaminhados para taxonomistas para a identificação taxonômica. Os ácaros coletados foram identificados pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro do Instituto Biológico (Campinas, SP), os colêmbolos foram identificados pela Dra. Elisiana Oliveira do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia de Manaus (INPA), os coleópteros foram identificados pelo Dr. Antonio Domingos Brescovit do Instituto Butantan (São Paulo, SP) e as formigas foram identificadas pela Dra. Cidália Gabriela Santos Marinho da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os demais espécimes de outras ordens coletados foram identificados em nível de família e, quando possível, até gênero e espécie usando chaves taxonômicas e a coleção de referência do museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

4.3. Análises dos Dados

O impacto dos sistemas de cultivo do feijão cultivado em sucessão ao milho grão e ao milho silagem na comunidade de artrópodes da superfície do solo foi

determinado pela comparação da abundância relativa de cada espécie entre os tratamentos. Os dados foram inicialmente submetidos a um processo seletivo que determina quais espécies mais explicam a variância observada (PROC STEPDISC com seleção STEPWISE; SAS Institute, 2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios: 1) o nível de significância do teste F da análise de covariância, onde as espécies escolhidas agem como covariáveis e os tratamentos como variáveis dependentes; e 2) a correlação quadrada parcial predizendo os efeitos do tratamento a partir das espécies, controlada pelo efeito causado pelas espécies já selecionadas pelo modelo (SAS Institute, 2001).

Os dados das espécies selecionadas foram submetidos à análise de variáveis canônicas (CVA), que é uma técnica de ordenação indireta que reduz a dimensionalidade do conjunto dos dados originais em um conjunto de variáveis que podem ser usadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias das respostas da comunidade em cada tratamento sob comparação (Kedwards et al., 1999). A significância da diferença (indicada pela ordenação) entre grupos devido ao tratamento foi determinada pela comparação dois a dois dos tratamentos pelo teste F aproximado ($p < 0,05$), usando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas. As análises foram feitas usando o procedimento CANDISC do pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 2001).

Os dados das principais espécies que levaram ao aparecimento de diferenças entre os tratamentos foram submetidos a análise de variância por medidas repetidas para ver por quanto tempo perdura o distúrbio e uma eventual recuperação das espécies ao estresse. Como a amostragem dos artrópodes foi realizada no mesmo campo várias vezes, a análise de variância por medidas repetidas é recomendada para evitar o problema de pseudo-replicação no tempo (Hurlbert, 1984; Stewart-Oater et al., 1986; Green, 1993; Paine, 1996). Essas análises foram feitas usando o procedimento ANOVA do SAS com a especificação PROFILE, como sugerido por von Ende (1993). A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram testadas usando o procedimento UNIVARIATE (SAS Institute, 2001).

5. RESULTADOS

Foram observadas 54 espécies de artrópodes na superfície do solo cultivado com feijão, sendo 16 detritívoras, 11 fitófagos e 27 predadores. A riqueza de espécies que compõe as guildas variou de 28 espécies observadas nas parcelas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem a 37 espécies observada nas parcelas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão (Tabela 2).

Para a análise dos dados foram selecionadas apenas as espécies cuja frequência tenha sido maior que 10% nos tratamentos estudados. Em termos de diversidade biológica, a frequência dos artrópodes avaliados pelas armadilhas pit-fall variou de 100% para Entomobryidae e *Cheyletus* sp. a 29% para *Hypoaspis* sp. (Tabela 3). O grupo de predadores foi o mais frequente sendo encontrados em 59 % das amostras, seguido pelos detritívoros (50%) e fitófagos (34,5%). Destes, Entomobryidae, *Hypogastrura* sp., larvas de Chrysomelidae, *Acanthinus* sp., *Cheyletus* sp., *Ctenus taeniatus*, *Hypoaspis* sp., larvas de Staphylinidae, *Neivamyrmex* sp. e *Tapinoma* sp., foram os que melhor explicaram a variação observada entre os quatro tratamentos usando a seleção STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS, sendo selecionados para análise adicional (Tabela 4).

A análise das variáveis canônicas CVA para sistema de plantio (convencional e direto) e para o cultivo do feijoeiro em sucessão ao milho (grão e silagem) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a composição e a abundância das espécies (Wilks' lambda= 0,0470; F= 14,92; gl (numerador/denominador)=30/244,3 ; P < 0,0001). Quatro eixos canônicos foram calculados, sendo dois significativos (P < 0,0001 e P = 0,0031).

Baseando-se no coeficiente canônico (entre estrutura canônica), as espécies que mais contribuíram positivamente para a divergência entre os tratamentos no eixo 1 foram: *Hypogastrura* sp., *Cheyletus* sp. e larvas de Chrysomelidae. Já Entomobryidae foi a espécie que mais contribuiu negativamente na explicação dos

dados no eixo 1. No eixo 2 Entomobryidae e *Hypogastrura sp.* foram às que mais contribuíram positivamente para a divergência entre os tratamentos. *Ctenus taeniatus* foi a que mais contribuiu negativamente na explicação dos dados do eixo 2 (Tabela 5). O diagrama de ordenação derivado da análise de variáveis canônicas foi feito com os dois eixos canônicos significativos que juntos explicam 73 % do total da variância observada (Tabela 5).

Tabela 2. Riqueza (espécies/tratamento) das principais guildas de artrópodes coletados na superfície do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão a cultura de milho destinada à produção de grãos (SMg) ou de silagem (SMs) (Coimbra, MG, 2003).

Guilda	Riqueza (espécies/tratamento)				Total por guilda
	Plantio Convencional		Plantio Direto		
	SMg	SMs	SMg	SMs	
Detritívoros	12	11	12	11	16
Fitófagos	4	3	5	5	11
Predadores	16	14	20	19	27
Total por tratamento	32	28	37	35	54

Tabela 3. Abundância (indivíduos/amostra) e frequência (Freq.) dos artrópodes mais coletados da superfície do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão a cultura de milho destinada a produção de grãos (SMg) ou de silagem (SMs) (Coimbra, MG, 2003).

Artrópodes*	Guildd*	Indivíduos/amostra (média ± erro padrão)				Freq. (%)
		Plantio Convencional		Plantio Direto		
		Grão	Silagem	Grão	Silagem	
<i>Colopterus</i> sp.1 (Coleoptera: Nitidulidae) (Ad)	Dt	0,8 ± 0,2	0,5 ± 0,1	2,9 ± 1,7	2,6 ± 1,8	33
<i>Colopterus</i> sp.2 (Coleoptera: Nitidulidae) (Ad)	Dt	0,9 ± 0,3	0,0 ± 0,0	7,2 ± 2,9	1,9 ± 0,8	32
Entomobryidae (Collembola) (J + Ad)	Dt	18,7 ± 1,8	8,7 ± 1,5	300,2 ± 36,0	46,8 ± 6,8	100
<i>Hypogastrura</i> sp. (Collembola: Hypogastruridae) (J + Ad)	Dt	10,3 ± 2,5	12,2 ± 4,1	191,2 ± 31,3	83,0 ± 21,4	72
Scarabaeidae (Coleoptera) (Lv)	Dt	0,8 ± 0,2	3,3 ± 2,7	7,9 ± 2,5	3,0 ± 1,7	54
<i>Colaspis</i> sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) (Ad)	Ft	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	4,1 ± 1,7	2,8 ± 0,6	21
Chrysomelidae (Coleoptera) (Lv)	Ft	0,9 ± 0,3	1,1 ± 0,2	18,1 ± 3,4	7,9 ± 2,1	48
<i>Acanthinus</i> sp. (Coleoptera: Anthicidae) (Ad)	Pd	0,6 ± 0,1	1,3 ± 0,2	8,4 ± 1,0	2,8 ± 0,5	30
<i>Cheyletus</i> sp. (Acari: Cheyletidae) (J + Ad)	Pd	160,3 ± 12,1	143,5 ± 20,8	840,6 ± 109,9	678,8 ± 148,9	100
<i>Coleosoma floridana</i> (Aranae: Theridiidae) (J + Ad)	Pd	0,7 ± 0,2	0,3 ± 0,1	4,3 ± 2,0	2,2 ± 0,7	36
<i>Ctenus taeniatus</i> (Aranae: Ctenidae) (J + Ad)	Pd	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,9 ± 2,4	5,9 ± 1,5	47
<i>Dercylus</i> sp. (Coleoptera: Carabidae) (Ad)	Pd	1,7 ± 0,4	0,9 ± 0,2	7,0 ± 1,7	2,5 ± 0,8	53
<i>Hypoaspis</i> sp. (Acari: Laelapidae) (J + Ad)	Pd	0,4 ± 0,2	1,4 ± 0,3	8,5 ± 3,7	2,9 ± 1,1	29
<i>Neivamyrmex</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	0,8 ± 0,2	5,0 ± 1,0	18,2 ± 3,7	15,1 ± 2,7	66
Staphylinidae (Coleoptera) (Lv)	Pd	1,3 ± 0,2	2,1 ± 0,5	15,6 ± 3,8	15,2 ± 2,1	59
<i>Tapinoma</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	1,7 ± 0,7	1,3 ± 0,3	16,0 ± 6,6	1,2 ± 0,6	30

* J = jovem, Lv = larva, Ad = adulto, Dt = Detritívoro, Pd = Predador, Ft = Fitófago.

Tabela 4. Resumo da seleção pelo STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS STEPWISE visando selecionar as espécies de artrópodes da superfície do solo do feijoeiro a serem incluídas na análise de variáveis canônicas obtendo-se a máxima discriminação entre os tratamentos (Coimbra - MG, 2003).

Variáveis		R ² parcial	Análise de covariância		Correlação quadrada parcial	
Adicionadas	Retiradas		F	P	Média da correlação canônica quadrada	P
Detritívoros						
Entomobryidae	-	0,6413	57,21	<0,0001	0,214	<0,0001
<i>Hypogastrura</i> sp.	-	0,1622	5,87	0,0010	0,419	<0,0001
Fitófagos						
larvas de Chrysomelidae	-	0,3133	14,44	<0,0001	0,260	<0,0001
Predadores						
<i>Acanthinus</i> sp.	-	0,1087	3,62	0,0162	0,466	<0,0001
<i>Cheyletus</i> sp.	-	0,1646	5,78	0,0012	0,494	<0,0001
<i>Ctenus taeniatus</i>	-	0,2114	8,31	<0,0001	0,408	<0,0001
<i>Hypoaspis</i> sp.	-	0,0834	2,64	0,0547	0,502	<0,0001
larvas de Staphylinidae	-	0,1638	5,88	0,0010	0,445	<0,0001
<i>Neivamyrmex</i> sp.	-	0,2460	10,01	<0,0001	0,349	<0,0001
<i>Tapinoma</i> sp.	-	0,2638	11,23	<0,0001	0,284	<0,0001

Tabela 5. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos ao efeito do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra - MG, 2003).

Variáveis (espécies de artrópodes)	Eixos canônicos	
	1	2
Detritívoros		
Entomobryidae (Collembola)	-0,302	0,845
<i>Hypogastrura</i> sp.	0,665	0,395
Fitófagos		
larvas de Chrysomelidae	0,439	0,256
Predadores		
<i>Acanthinus</i> sp.	0,132	-0,089
<i>Cheyletus</i> sp.	0,563	-0,474
<i>Ctenus taeniatus</i>	0,106	-0,739
<i>Hypoaspis</i> sp.	0,437	-0,380
larvas de Staphylinidae	-0,187	0,365
<i>Neivamyrmex</i> sp.	0,013	0,086
<i>Tapinoma</i> sp.	-0,099	0,359
F	2,27	2,01
gl (numerador; denominador)	40/316,6	27/246
P	<0,0001	0,0031
Correlação canônica parcial	0,41	0,32

O diagrama mostrou diferenças no conjunto de artrópodes encontrados no sistema de plantio convencional em relação ao sistema de plantio direto e também do sistema de plantio direto em sucessão a milho grão em relação ao sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem. Entretanto, não se observou efeito na comunidade de artrópodes do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão quando comparado ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem no sistema de plantio convencional (Figura 2).

A análise da medida repetida permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as interações entre tratamentos e tempo (fatorial 2 x 2) e a interação tratamentos versus tempo foram significativas ($p < 0,05$), tornando os outros testes sem sentido para as espécies selecionadas. Estes resultados indicam efeito significativo do sistema de cultivo e da sucessão milho grão e milho silagem ao longo do tempo. Entretanto, as densidades médias das populações de artrópodes não variaram entre as datas avaliadas dentro de um mesmo tratamento.

As espécies de colêmbolos detritívoras Entomobryidae e *Hypogastrura* sp. foram mais abundantes na superfície do solo do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto. As populações destas espécies no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão foram superiores a observadas no sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem, em todas as datas estudadas (Figuras 3-A e 3-B). A espécie fitófaga larvas de Chrysomelidae foi mais abundante no sistema de plantio direto, ocorrendo em maior densidade nos tratamentos onde foi cultivado o feijão em sucessão ao milho grão (Figura 3-C).

De forma geral, a densidade média das populações de artrópodes predadores no sistema de plantio direto foram superiores as observadas no sistema de plantio convencional no decorrer de toda a condução do experimento. (Figuras 4-A até 4-G). Verificou-se maior densidade dos predadores *Acanthinus* sp., *Cheyletus* sp., *C. taeniatus*, *Neivamyrmex* sp. e *Tapinoma* sp. (Figuras 4-A, 4-B, 4-C, 4-D, e 4-G) na superfície do solo do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão em relação aos artrópodes coletados no plantio direto em sucessão ao

milho silagem. No plantio convencional não se verificou efeito da sucessão milho silagem e milho grão sobre os artrópodes predadores da superfície de solo (Figuras 4-A a 4-G).

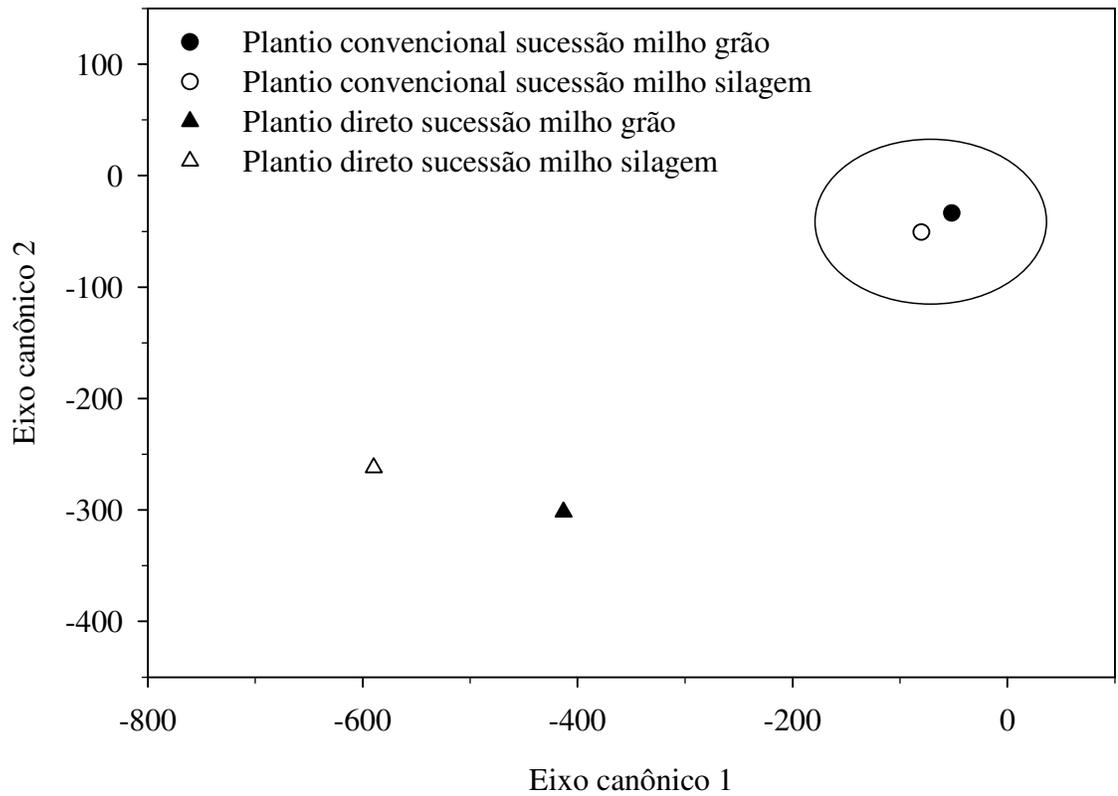


Figura 2. Digrama de Ordenação (CVA) mostrando a discriminação da comunidade de artrópodes da superfície do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem. Tratamentos dentro do mesmo círculo não diferem significativamente pelo teste F ($P < 0,05$), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes (Coimbra - MG, 2003).

-○- Pl. convencional em sucessão a milho grão -▽- Pl. direto em sucessão a milho grão
 -●- Pl. convencional em sucessão a milho silagem -▲- Pl. direto em sucessão a milho silagem

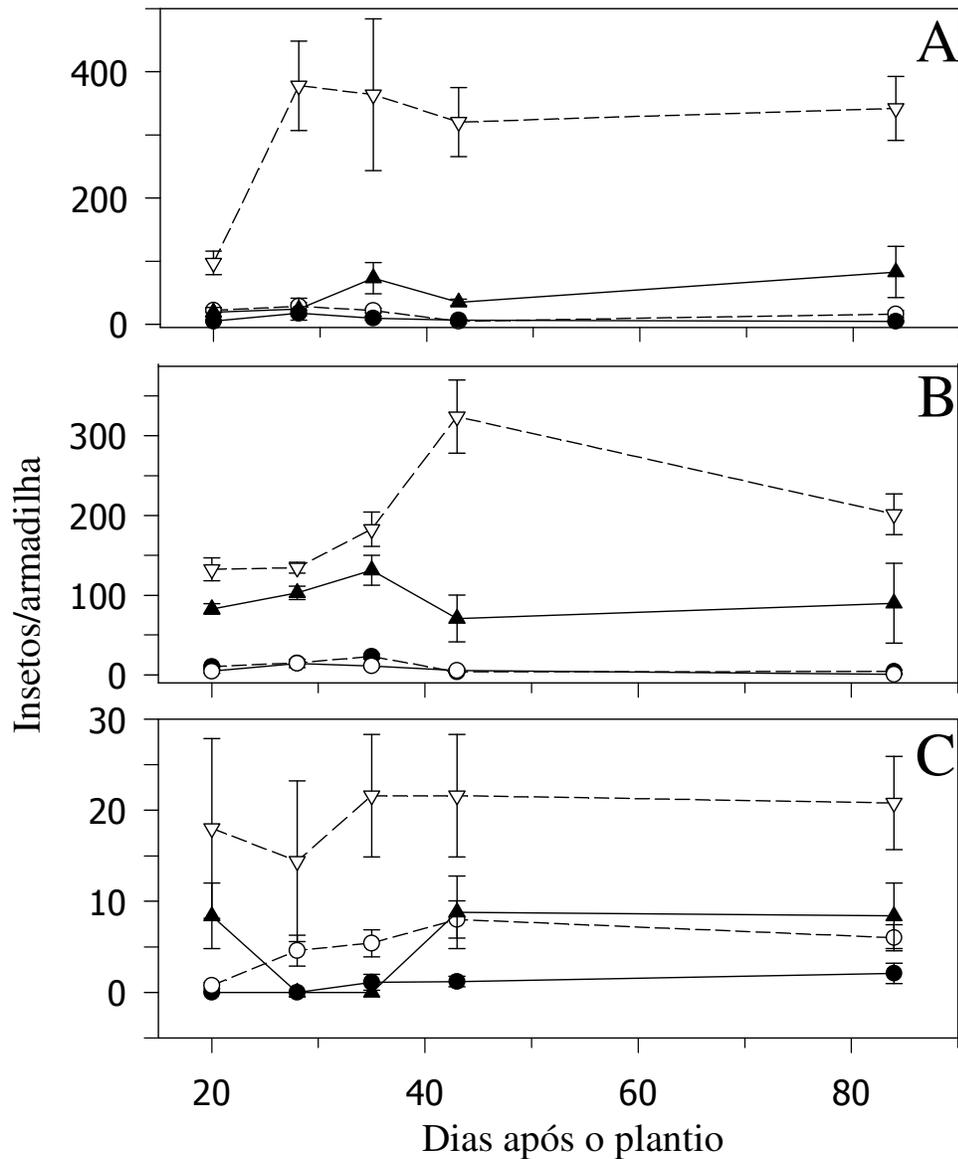


Figura 3. Abundância dos principais insetos detritívoros (A= Entomobryidae e B=*Hypogastrura* sp.) e fitófago (C=larvas de Chrysomelidae) na superfície do solo (média \pm erro padrão) no feijoeiro cultivado em plantio direto e convencional, em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra– MG, 2003).

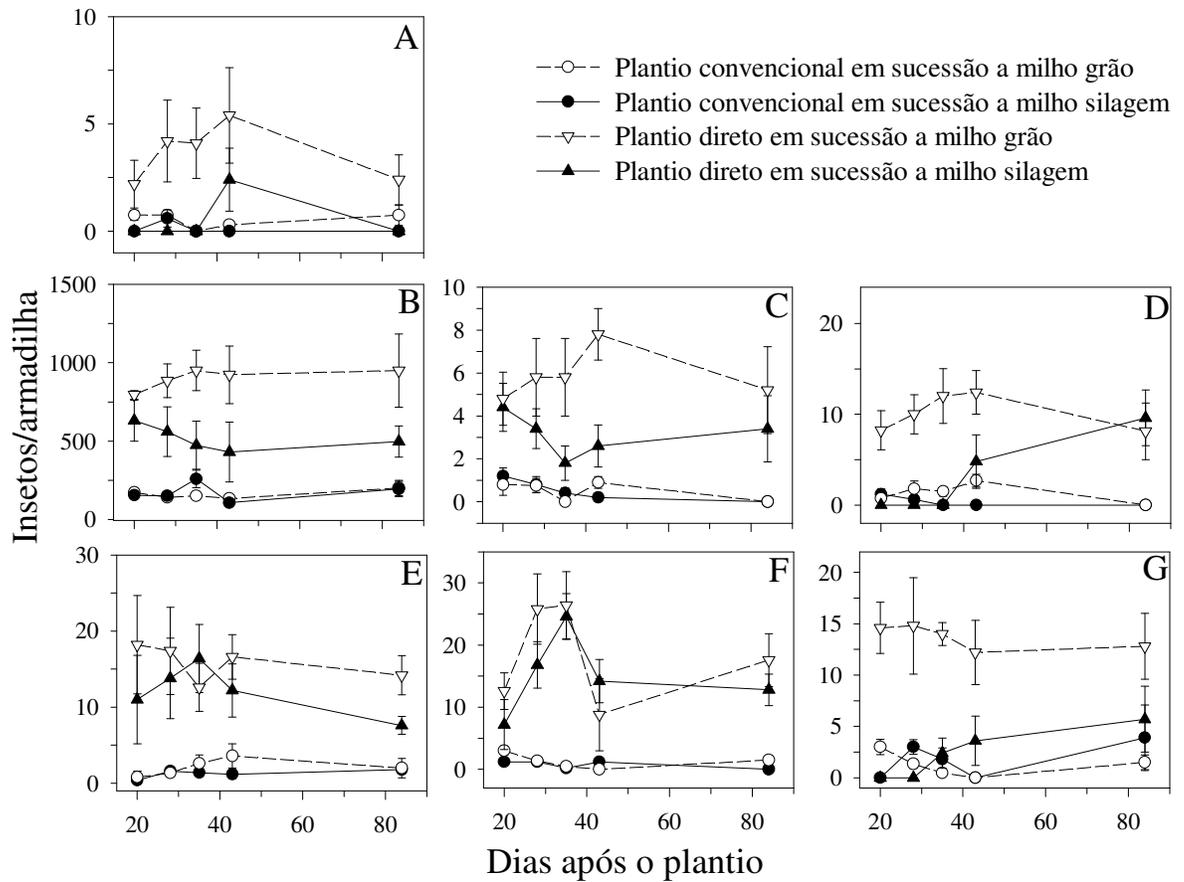


Figura 4. Abundância dos principais artrópodes predadores (A = *Acanthinus* sp., B = *Cheyletus* sp., C = *Ctenus taeniatus*, D = *Hypoaspis* sp., E = larvas de Staphylinidae, F = *Neivamyrmex* sp. e G = *Tapinoma* sp.) na superfície do solo (média \pm erro padrão) no feijoeiro cultivado em plantio direto e convencional, em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra - MG, 2003).

6. DISCUSSÃO

Variações observadas na riqueza das espécies da superfície do solo entre os tratamentos estudados podem estar relacionadas com os fatores abióticos do solo, como o volume de poros, a umidade, a ventilação e a temperatura do solo. Para Correia & Andrade (1999), os recursos alimentares disponíveis, como também a estrutura de microhabitat gerado, possibilitam a colonização de várias espécies da fauna do solo com estratégias diferentes de sobrevivência. A maior riqueza de artrópodes no sistema de plantio direto pode também estar relacionada com a maior diversificação do agroecossistema no sistema de plantio direto, sendo responsável pelo aumento da diversidade estrutural e das espécies (Von Ende & Williams, 1974). A presença de maior riqueza de artrópodes nas parcelas do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão em relação ao milho silagem pode estar relacionada com o maior volume de palhada proveniente da parte aérea das plantas do milho colhido para grão. Segundo Robertson et al. (1994), o tipo de cobertura de inverno afeta a população de inimigos naturais do feijoeiro por servir de alimento para muitos organismos que auxiliam a manter a população de predadores. A presença de maior frequência de predadores na superfície do solo em relação a outras guildas capturados em armadilhas tipo pitfall também foi verificado por Marasas et al. (2001) em solos argentinos submetidos ao sistema de plantio direto e convencional.

A análise de ordenação para os artrópodes da superfície do solo indicou diferença substancial na abundância de artrópodes entre os dois sistemas de plantio estudados. Diversos estudos têm demonstrado que sistemas conservacionistas de manejo do solo, com redução da intensidade de preparo e rotação de culturas são fatores de diversificação do agroecossistema, o que colabora com o aumento da diversidade e abundância de inimigos naturais (Stinner & House, 1990; Crossley et al., 1992, Andersen, 1999). O efeito do plantio do feijoeiro em sucessão ao milho cultivado para grão em relação ao cultivado para silagem no sistema de plantio direto sobre a população de artrópodes do solo pode estar correlacionado com o maior disponibilidade de

palhada proveniente da parte aérea das plantas de milho colhido para grão. Segundo Fraser (1994), a disponibilidade de resíduos orgânicos em diferentes sistemas de cultivo é fator que influencia a biota do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os artrópodes do solo.

A análise de medida repetida demonstrou que as densidades médias das populações de artrópodes não variaram entre as datas avaliadas dentro de um mesmo tratamento. Este resultado pode estar correlacionado com a ausência de chuvas fortes, já que tal experimento foi conduzido na estação fria e submetido a um turno de rega semanal. Este manteve a umidade do solo praticamente constante, minimizando os efeitos desses intempéris climáticos sobre os artrópodes da superfície do solo (Figura 1). De acordo com Werner & Dindal (1987), a umidade do solo é fator determinante na distribuição de alimento, e conseqüentemente na distribuição dos artrópodes do solo. Normalmente aumento da umidade do solo contribui para incremento populacional de colêmbolos de solo, pois favorecem o desenvolvimento de fungos que é a principal fonte de alimento destes artrópodes do solo (Usher et al., 1982; Ferguson & Joly, 2002). Outros estudos têm demonstrado que a umidade do solo também influencia de forma indireta a população de micro-detritívoros do solo os quais contribuem para incremento da atividade e abundância de aranhas do solo. (Swift et al., 1979). Estudos têm demonstrado maior densidade de aranhas capturadas no solo após incrementos populacionais de colêmbolos (Chen & Wise, 1999, Harwood et al., 2003).

Ocorreu maior densidade das espécies de colêmbolos detritívoros Entomobryidae e *Hypogastrura* sp. na superfície do solo do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto em relação ao sistema convencional. Nos sistemas de plantio direto e convencional nos tratamentos em sucessão ao milho grão, o que pode estar relacionado com o incremento de matéria orgânica do solo. Estudos têm demonstrado que as populações de colêmbolos do solo tendem a diminuir em áreas degradadas com baixo teor de matéria orgânica, acarretando prejuízos ainda maiores para o solo, já que esses artrópodes são importantes para formação do solo atuando na ciclagem de matéria orgânica (Butcher & Snider, 1971; Thompson & Edwards, 1974; Primavesi, 1990).

Verificou-se maior densidade da larva fitófaga de Chrysomelidae no sistema de plantio direto e nos tratamentos onde foi cultivado o milho grão em sucessão ao feijoeiro (Figura 3-C). Fitófagos do solo são dificilmente capturados em armadilhas do tipo pitfall, sendo os estudos de impacto ambiental nestes tipos de artrópodes do solo pouco relatados (Marasas et al., 2001). Tonhasca Junior (1994) encontrou maior abundância de fitófagos da família Acrididae em sistemas de plantio direto de soja e milho do que nos de plantio convencional destas culturas. Outros estudos demonstraram que algumas espécies de coleópteros fitófagos e suas larvas são mais comumente capturados neste tipo de armadilha principalmente em áreas de maior diversidade ambiental, devido à fonte adicional de alimento (Coombes & Sotherton, 1986; Stinner, 1990).

Maior densidade de espécies de artrópodes predadores da superfície do solo em sistema de plantio direto comparado ao convencional já foram relatados por diversos autores (Stinner et al., 1988; Winter et al., 1990; Symondson et al., 1996; Andersen, 1999). No sistema de plantio direto verificou-se maior densidade populacional dos predadores *Acanthinus* sp., *Cheyletus* sp., *C. taeniatus*, *Neivamyrmex* sp. e *Tapinoma* sp. no feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão em comparação ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem. Estudos têm demonstrado que a população de artrópodes predadores do solo é diretamente influenciada pelos teores de matéria orgânica e detritos do solo (Wyman 1998, Lawrence & Sábio 2000, Mancinelli et al. 2002).

Em conclusão, ocorreu maior abundancia de artrópodes detritívoros e predadores na superfície do solo quando o feijoeiro foi submetido ao plantio direto, sobretudo quando ele foi cultivado em sucessão à cultura do milho destinada à produção de grãos. Fatos estes que demonstram que a maior quantidade de matéria orgânica deixada por este sistema e sucessão de cultivo no solo favorece aos artrópodes detritívoros e predadores na superfície do solo.

7. LITERATURA CITADA

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v.18, p.651-657, 1999.

ARAÚJO, R.A.; BADJI, C.A.; CORRÊA, A.S.; LADEIRA, J.A.; GUEDES, R.N.C. Impacto causado por deltametrina em coleópteros de superfície do solo associados à cultura do milho em sistemas de plantio direto e convencional. **Neotropical Entomology**, v.33, n.3, p.379-385, 2004.

BADJI, C.A.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, A.A.; ARAUJO, R.A. Impact of deltamethrin on arthropods in maize under conventional and no-tillage cultivation. **Crop Protection**, v.23, n.11, p.1031-1039, 2004.

BUTCHER, J.W.; SNIDER, R.J. Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. **Annual Review of Entomology**, v.16, p.249-288, 1971.

CHEN, B.; WISE, D.H. Bottom-up limitation of predaceous arthropods in a detritus-based terrestrial food web. **Ecology**, v.80, p.761-772, 1999.

COOMBES, D.S.; SOTHERTON, N.W. The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. **Annals Applied Biology**, v. 108, p. 461-474, 1986.

CORREIA, M.E.F; ANDRADE, A.G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A. de. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.209-214.

CROSSLEY J.R.B, MUELLER, R.; PERDUE, J.C. 1992. Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: Relations to processes, p. 37-46. In PAOLETTI, M.G.; PIMENTEL, D. (eds.), **Biotic diversity in agroecosystems**. Amsterdam, Elsevier,356p.

FERGUSON, S.H.; JOLY, D.O. Dynamics of springtail and mite populations: the role of density dependence, predation, and weather. **Ecology and Entomology**. v.27, p.565-573, 2002.

FERNANDES, J.M.C. As doenças das plantas e o sistema plantio direto. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.5, p.317-352, 1997.

FRASER, P.M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R. (eds.) **Soil biota: management in sustainable farming system**. East Melbourne: CSIRO, 1994. p.125-132.

GRANT, J.F.; YEARGAN, K.V.; PASS, B.C.; PARR, J.C. Invertebrate organisms associated with alfalfa seedling loss in complete-tillage and no-tillage plantings. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.822-826, 1982.

GREEN, R.H. Application of repeated measure designs in environmental impact and monitoring studies. **Australian Journal of Ecology**, v.18, p.81-98, 1993.

HARWOOD, J.D.; SUNDERLAND, K.D.; SYMONDSON, W.O.C. Web-location by linyphiid spiders: prey-specific aggregation and foraging strategies. **Journal of Animal Entomology** v.72, p.745-756, 2003.

HURLBERT, S.H. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs**, v.54, p.187-211, 1984.

KEDWARDS, T.J.; MAUND, S.J.; CHAPMAN, P.F. Community level analysis of ecotoxicological field studies. II. Replicated-design studies. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.18, p.158-166, 1999.

LAWRENCE, K.L.; WISE, D.H. Spider predation on forest-floor Collembola and evidence for indirect effects on decomposition. **Pedobiologia**, v.44, p.33-39, 2000.

LUFF, M.L. Some features influencing the efficiency of pitfall traps. **Oecologia**, v. 19, p.345-357, 1975.

MANCINELLI, G.; COSTANTINI, M.L.; ROSSI, L. Cascading effects of predatory fish exclusion on the detritus-based food web of a lake littoral zone (Lake Vico, central Italy). **Oecologia**, v.133, p.402-411, 2002.

MARASAS, M.E; SARANDÓN, S.J.; CICCHINO, C. Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. **Applied Soil Ecology**, v.18, p. 61-68, 2001.

NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, v.4, p.355-364, 1990.

PAINE, M.D. Repeated measures designs. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.15, p.1439-1441, 1996.

POPULATION REFERENCE BUREAU STAFF. Transitions in world population. **Popul Bull** p.1-43, 2004.

PRIMAVESI A., 1990. **Manejo Ecológico do Solo:** Agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. 1988. **Pedologia e fertilidade de solos: Interações e aplicações.** MEC, Brasília.

ROBERTSON, L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON, G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.48, p.149-156, 1994.

RODRIGUEZ, E.; FERNANDEZ-ANERO, F.J.; RUIZ, P.; CAMPOS, M. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climater. **Soil & Tillage Research**, v.85, n.1, p.229-233, 2001.

SAS Institute, 2001. SAS user's guide: Statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.

STEWART-OATEN, A.; MURDOCH, W.W.; PARKER, K.R. Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time. **Ecology**, v.67, p.929-940, 1986.

STINNER, B.R.; MC CATNEY, D.A.; VAN DOREN, D.M. Soil and foliage arthropod communities in conventional, reduced and no-tillage corn system: a comparison after 20 years of continuous cropping. **Soil & Tillage Research**, v.11, p.147-158, 1988.

STINNER, B.R.; HOUSE, G.J. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual review of entomology**, v.35, p.299-318, 1990.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems.** University of California Press, Berkeley, CA, USA, 1979.

SYMONDSON, W.O.C.; GLEN, D.M.; WILTSHIRE, C.W.; LANGDON, C.J.; LIDDELL, J.E. Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) upon slugs (Gastropoda: Pulmonata) in an arable field. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 33, p. 741-753, 1996.

THOMPSON, A.R.; EDWARDS, C.A. Effects of pesticides on nontarget invertebrates in freshwater and soil. In GUENZI, W.D. (ed). **Pesticides in soil and water.** Madison: Soil Science Society of America. P. 341-375.

TONHASCA JUNIOR, A. Response of soybean herbivores to two agronomic practices increasing agroecosystem diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 48, p. 57-65, 1994.

USHER, M.B.; BOOTH, R.G.; SPARKES, K.E. A review of progress in understanding the organization of communities of soil arthropods. **Pedobiologia**, v.23, p.126-144, 1982.

VON ENDE, C.N., 1993. Repeated-measures analysis: growth and other time-dependent measures. In: SCHEINER, S.; GUREVITCH, J. (Eds.), **Design and Analysis of Ecological Experiments**. Chapman & Hall, New York, pp. 113-137.

WERNER, M.R.; DINDAL, D.L; Nutritional ecology of soil arthropods. In: SLANSKY JR., F.; RODRIGUES, J.G. **Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates**. New York: John Wiley, p.815-836, 1987.

WINTER, J.P.; VORONEY, R.P.; AINSWORTH, D.A. Soil microarthropods in long-term no-tillage and conventional tillage corn production. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.70, p.641-653, 1990.

WYMAN, R.L. Experimental assessment of salamanders as predators of detrital food webs: effects on invertebrates, decomposition and the carbon cycle. **Biodiverce Conservation**, v.7, p.641-650, 1998.

III - IMPACTO DE SISTEMAS E SUCESSÃO DE CULTIVOS EM ARTRÓPODES DO INTERIOR DO SOLO DO FEIJOEIRO

1. RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o impacto dos sistemas de plantio direto e convencional sobre a comunidade de artrópodes do interior do solo do feijoeiro cultivado em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem. Foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. Os sistemas de plantio usados foram: direto e convencional. Já as sucessões de cultivo foi plantio de feijoeiro em sucessão a cultivo de milho destinado à produção de grãos ou silagem. As populações de artrópodes do interior do solo foram amostradas aos 20, 28, 35, 43 e 84 dias após o plantio sendo estas amostras coletadas por meio da retirada de blocos de solo com aproximadamente 30 cm de profundidade e 10 cm de diâmetro, sendo posteriormente submetidas a funis de Berleze. A análise da medida repetida permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as interações entre tratamentos (fatorial 2 x 2) e tempo (dias após o plantio do feijão) foram significativas ($p < 0,05$), exceto para larvas de Chrysomelidae, *Cheyletus* sp., *Solenopsis* sp. e larvas de Staphylinidae ($p > 0,05$). Os detritívoros Entomobryidae e *Hypogastrura* sp., apresentaram densidade maior de indivíduos no sistema de plantio direto em relação ao sistema de plantio convencional em todas as datas estudadas. Dentro de cada sistema de plantio as populações destes artrópodes foram maiores nos tratamentos em sucessão ao milho grão em relação ao milho silagem ao longo do tempo. Comportamentos semelhantes foram apresentados pelas larvas de espécies fitófagas Chrysomelidae e Lagriinae. Entretanto, não foram verificadas diferenças na densidade média de larvas de Chrysomelidae no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho grão quando comparado à sucessão ao milho silagem neste mesmo sistema. As populações de

predadores apresentaram densidade maior no sistema de plantio direto em comparação ao sistema de plantio convencional. Galumnidae, *Neivamyrmex* sp. e *Pachycondyla* sp. apresentaram densidade maior nos tratamentos do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão em relação ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem, em ambos os sistemas de cultivo. Entretanto, maiores densidades de *Cheyletus* sp. na sucessão milho grão em relação ao milho silagem foram verificadas apenas no sistema de plantio direto. *Hypoaspis* sp. e larvas de Staphylinidae tiveram densidades maiores no feijoeiro em sucessão ao milho grão apenas no sistema de plantio convencional.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, plantio direto, plantio convencional, indicadores biológicos.

2. ABSTRACT

IMPACT OF CROPPING SYSTEMS AND SUCCESSION OF CULTIVATION ON ARTHROPODS OF THE SOIL INTERIOR OF BEAN CULTURE

This work aimed to evaluate the impact of no-tillage and conventional tillage system on the arthropod community of the soil interior of bean cultivated in succession to the corn destined to the production of grain or silage. The experimental design was in randomized blocks, with five replications. The used cropping systems were: no-tillage and conventional tillage system. The succession of cultivation was bean culture in succession to corn destined to the production of grain or silage. The population of arthropods of the soil interior was sampled 20, 28, 35, 43 and 84 days after the planting, being these samples collected by removing of soil blocks with approximately 30 cm of depth and 10 cm of diameter and then submitted to the funnels of “Berleze”. The analysis of the repeated measure allowed the interpretation of the effect of the time and of its interactions in the treatments. All the interactions among treatments (fatorial 2 x 2) and time (days after the planting of the bean) were significant ($p < 0,05$), except for larvae of Chrysomelidae, *Cheyletus* sp., *Solenopsis* sp. and larvae of Staphylinidae ($p > 0,05$). The detritivorous species of Entomobryidae and *Hypogastrura* sp., showed larger density in the no-tillage system in relation to the conventional tillage system in all studied dates. On each cropping system, the population of these arthropods was larger in the treatments in succession to the corn grain in relation to the corn silage along the time. The same occurred with the larvae of phitophagous species as Chrysomelidae and Lagriinae. However, differences were not verified in the mean density of larvae of Chrysomelidae in the conventional tillage system in succession to the corn grain when compared to the succession to the corn silage in this same system. The population of predators showed larger density in the no-tillage system in relation to

the conventional tillage system. The species of Galumnidae, *Neivamyrmex* sp. and *Pachycondyla* sp. had larger density in the treatments of bean cultivated in succession to the corn grain in relation to the bean cultivated in succession to the corn silage, in both cropping systems. However, larger densities of *Cheyletus* sp. in the in the bean cultivated in succession to the corn grain in relation to the corn silage were verified in the no-tillage system. *Hypoaspis* sp. and larvae of Staphylinidae had larger densities in the bean cultivated in succession to the corn grain in the conventional tillage system.

Word-key: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, no-tillage, conventional tillage, biological indicators.

3. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada no mundo entre as demais do gênero *Phaseolus*, sendo o Brasil o seu maior produtor, respondendo por 16,3% da produção mundial (Fao, 2006). O feijoeiro vem sendo explorado numa diversidade de sistemas de produção, obtendo-se produtividades superiores a 3000 Kg ha⁻¹ (Yokoyama, 2002). Entre os vários sistemas de produção, destaca-se o plantio direto que contribui para a melhoria da capacidade produtora do solo, conservando ou melhorando o ambiente. Recentemente áreas de feijão em plantio direto vêm se difundido por todo o País. Esse sistema de plantio provoca alterações profundas no ambiente agrícola, causando interferências nas populações de microrganismos e artrópodes (Salton et al., 1998; Sautter et al., 1999, Zahangir, 2005).

Neste sentido, vários estudos vêm sendo conduzidos no âmbito de correlacionar as interações entre diferentes ambientes de cultivo e cobertura do solo sobre as populações de pragas e inimigos naturais da parte aérea das culturas (Tonhasca, 1993; Cárcamo et al., 1995), como também as populações de artrópodes detritívoros e predadores da superfície do solo (Stinner & House, 1990; MacLaughlin & Mineau, 1995; Perner & Malt, 2003). Entretanto, não se observa relatos na literatura de efeitos de sistemas de plantio e de diferentes níveis de palhada sobre as populações de artrópodes que habitam o interior do solo das culturas. As populações de artrópodes do interior do solo são importantes na formação da estrutura do solo, decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes além da existência de algumas espécies de insetos-praga como as larvas fitófagas e os térmitas (Brust & House, 1990; Parwez & Sharma, 2004; Itakura et al., 2006).

Populações de artrópodes de superfície do solo como colêmbolas e ácaros são consideradas bioindicadores de impactos ambientais ao longo do tempo (Badji et al.,

2004). Estudos envolvendo este grupo de artrópodes do interior do solo se tornam importantes na determinação de potenciais bioindicadores de impactos ambientais no solo (Pereira et al., 2004). Bioindicadores se caracterizam por responderem rapidamente a mudanças ocorridas no ambiente, por apresentarem ampla distribuição geográfica e serem capazes de demonstrar gradiente de resposta em função do grau da perturbação (Noss, 1990). Van Straalen (1998) avalia que basicamente dois critérios são usados na escolha de um bioindicador: a especificidade de seu comportamento a um determinado fator e a sua sensibilidade ao agente estressante. Considerando a importância dos artrópodes do interior do solo, bem como sua possível utilização como bioindicadores, estudos envolvendo a sua dinâmica populacional se tornam de fundamental importância.

Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar o impacto dos sistemas de plantio direto e convencional sobre a comunidade de artrópodes do interior do solo do feijoeiro cultivado em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área

O experimento foi realizado em áreas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, localizada em Coimbra (Estado de Minas Gerais, Brasil; 20° 51' 24"S, 42° 48' 10"W), num Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, fase terraço. Esse solo é pobre em nutrientes com profundidade moderada e baixa permeabilidade a água (Resende et al., 1988). Os dados referentes a análise do solo nos sistemas de plantio convencional e direto se encontram na Tabela 1. O experimento constituiu-se dos seguintes tratamentos: feijão cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho grão; feijão cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem; feijão cultivado no sistema de plantio direto cultivado em sucessão ao milho grão e feijão cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho silagem. Nas

áreas de plantio direto, a dessecação das plantas daninhas foi realizada 10 dias antes do plantio do feijão com a mistura de glyphosate + 2,4-D (1.440 + 670 g ha⁻¹, respectivamente). Dois dias antes do plantio do feijão nas áreas de plantio convencional, foram realizadas uma aração e duas gradagens. O plantio do feijão, cultivar Meia Noite, foi feito em 23 de abril. Foram empregados na adubação 250 kg ha⁻¹ da mistura de N, P₂O₅ e K₂O, na proporção de 8:28:16. Os valores diários de precipitação pluvial; umidade relativa e temperaturas médias, máximas e mínimas durante o ciclo da cultura estão representadas na Figura 1.

Tabela 1. Composição química e textural da camada 0-10 cm de profundidade do solo argiloso proveniente de sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC) utilizado no experimento. (Coimbra– MG, 2003).

Sistema de Plantio Convencional										
pH	P	K ⁺	H+A	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
			1	+		+				
H ₂ O	mg dm ³		cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,0	9,6	50	2,50	0,3	2,0	0,5	5,12	34	11	1,01
Sistema de Plantio Direto										
pH	P	K ⁺	H+A	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
			1	+		+				
H ₂ O	mg dm ³		cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,0	8,3	68	2,62	0,2	2,3	0,6	5,65	38	7	2,62

*Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (1997).

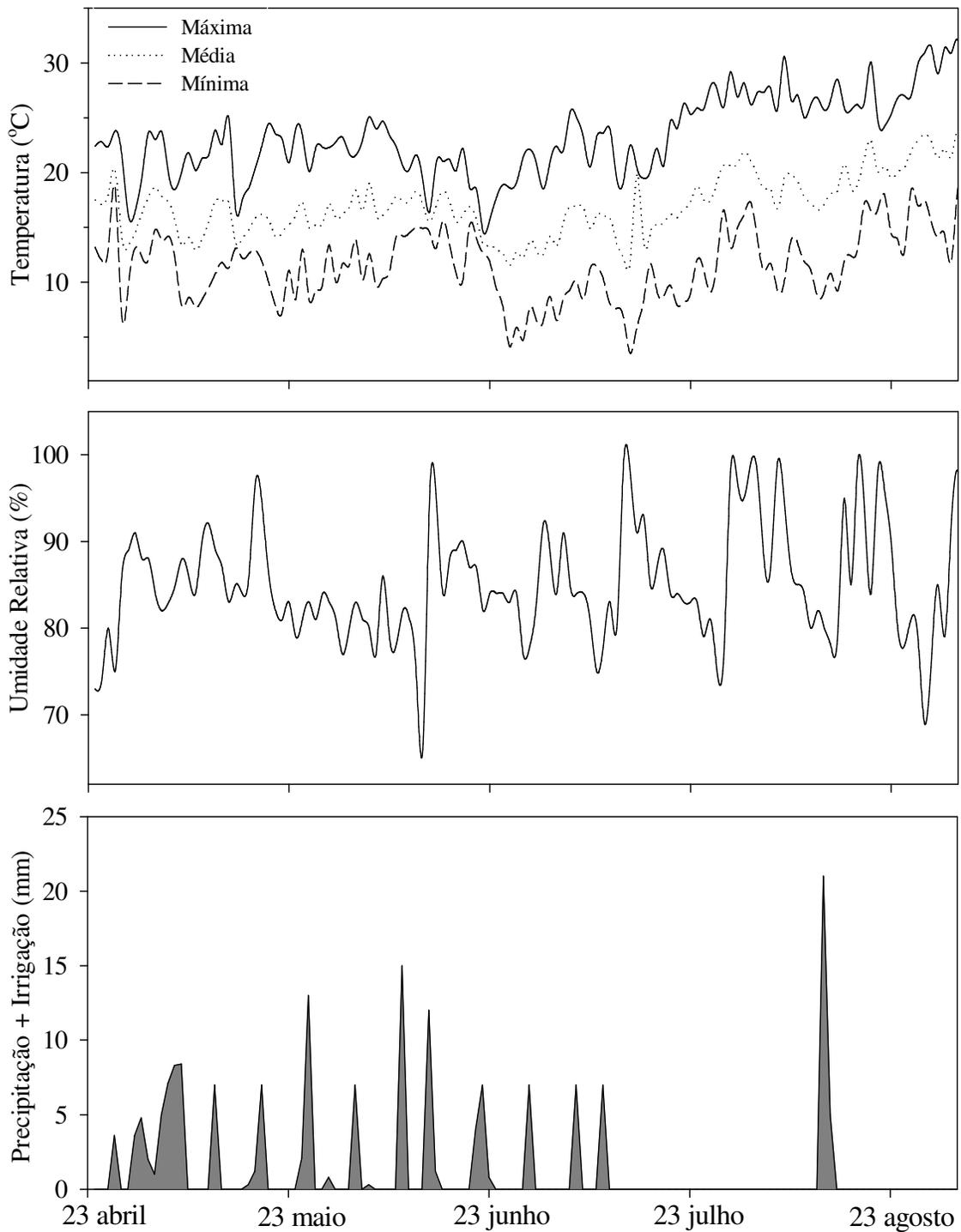


Figura 1. Dados climatológicos coletados durante a condução do experimento (Coimbra - MG, 2003).

4.2 Delineamento experimental e avaliação dos artrópodes

Foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por cinco fileiras de feijão de 12 m cada, espaçadas de 0,45 m, ou seja, a área total foi de 27,0 m².

As populações de artrópodes do interior do solo foram amostradas aos 20 (21/6/2003), 28 (29/6/2003), 35 (5/7/2003), 43 (13/7/2003) e 84 (23/8/2002), dias após o plantio sendo estas amostras coletadas por meio da retirada de blocos de solo com aproximadamente 30 cm de profundidade e 10 cm de diâmetro. Este material foi levado ao Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFV, onde foram submetidos ao funil de berleze, conforme proposto por Wardle et al., 1993. As amostras provenientes da coleta no campo por berleze foram conservadas em potes de vidro contendo álcool 70%, sendo posteriormente transferidas para placas de Petri e submetidas à contagem do número total de artrópodes utilizando-se o microscópio estereoscópio com aumento fixado de 12X.

As espécies de artrópodes, foram prontamente identificadas usando uma coleção de referência periodicamente atualizada pelas coletas de campo. Posteriormente, estes espécimes coletados foram então encaminhadas para taxonomistas. Os ácaros coletados foram identificados pelo Dr. Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro do Instituto Biológico (Campinas, SP), os colêmbolos foram identificados pela Dra. Elisiana Oliveira do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia de Manaus (INPA), os coleópteros foram identificados pelo Dr. Antônio Domingos Brescovit do Instituto Butantan (São Paulo, SP) e as formigas foram identificadas pela Dra. Cidália Gabriela Santos Marinho da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os demais espécimes de outras ordens coletados foram identificados em nível de família e, quando possível, até gênero e espécie usando chaves taxonômicas e a coleção de referência do museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

4.3 Análises dos Dados

O impacto dos sistemas de cultivo (direto e convencional) e da sucessão de culturas (milho grão e milho silagem) na comunidade de artrópodes do interior do solo do feijoeiro foi determinado pela comparação da abundância relativa de cada espécie entre os tratamentos. Os dados foram inicialmente submetidos a um processo seletivo que determina quais espécies mais explicam a variância observada (PROC STEPDISC com seleção STEPWISE; SAS Institute, 2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios: 1) o nível de significância do teste F da análise de covariância, onde as espécies escolhidas agem como covariáveis e os tratamentos como variáveis dependentes; e 2) a correlação quadrada parcial predizendo os efeitos do tratamento a partir das espécies, controlada pelo efeito já causado pelas espécies selecionadas pelo modelo (SAS Institute, 2001).

Os dados das espécies selecionadas foram submetidos à análise de variáveis canônicas (CVA), que é uma técnica de ordenação indireta que reduz a dimensionalidade do conjunto dos dados originais em um conjunto de variáveis que podem ser usadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias das respostas da comunidade em cada tratamento sob comparação (Kedwards et al., 1999). A significância da diferença (indicada pela ordenação) entre grupos devido ao tratamento foi determinada pela comparação dois a dois dos tratamentos pelo teste F aproximado ($p < 0,05$), usando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas. As análises foram feitas usando o procedimento CANDISC do pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 2001).

Os dados das principais espécies que levaram ao aparecimento de diferenças entre os tratamentos foram individualmente submetidos à análise de variância por medidas repetidas para ver por quanto tempo perdura o distúrbio e uma eventual recuperação das espécies ao estresse. Uma vez que a amostragem dos artrópodes foi realizada no mesmo campo várias vezes, a análise de variância por medida repetida é recomendada para evitar o problema de pseudo-replicação no tempo (Hurlbert, 1984; Stewart-Oater et al., 1986; Green, 1993; Paine, 1996). Essas análises foram feitas usando o procedimento ANOVA do SAS com a especificação PROFILE,

como sugerido por von Emde (1993). A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram testadas usando o procedimento UNIVARIATE (SAS Institute, 2001).

5. RESULTADOS

No interior do solo cultivado com feijão foram observadas 49 espécies distintas de artrópodes, sendo 20 detritívoras, 10 fitófagos e 19 predadores. A riqueza de espécies que compõe as guildas no interior do solo variou de 25 espécies observadas nas parcelas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho silagem a 31 espécies observada nas parcelas do feijoeiro cultivado no sistema de plantio direto em sucessão ao milho grão (Tabela 2).

Para a análise dos dados foram selecionadas apenas as espécies cuja frequência tenha sido maior que 10% nos tratamentos estudados (Tabela 3). Em termos de diversidade biológica, a frequência dos artrópodes avaliados no funil de Berleze nestas espécies variou de 100% para *Cheyletus* sp. a 33 % para larvas de Chrysomelidae. Os detritívoros foram o grupo mais freqüente sendo encontrados em 60% das amostras, seguido pelos predadores 56% e fitófagos 42 % (Tabela 3). Destas, *Hypogastrura* sp., larvas de Chrysomelidae, larvas de *Lagria villosa*, *Cheyletus* sp., Galumnidae, *Hypoaspis* sp., *Neivamyrmex* sp., *Pachycondyla* sp., *Solenopsis* sp. e larvas de Staphylinidae foram as que melhor explicaram a variação observada entre os quatro tratamentos usando a seleção STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS, sendo selecionadas para análise adicional (Tabela 4).

A análise das variáveis canônicas CVA para sistema de plantio (convencional e direto) e para o cultivo do feijoeiro em sucessão ao milho (grão e silagem) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a composição e a abundância das espécies do interior do solo (Wilks' lambda=0.0790; F=16.56; gl (numerador/denominador)= 30/361.71; P < 0,0001). Quatro eixos canônicos foram calculados, sendo dois significativos (P=0,03965 e P=0,04290).

Tabela 2. Riqueza (espécies/tratamento) das principais guildas de artrópodes coletados no interior do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos (SMg) ou de silagem (SMs)(Coimbra, MG, 2003).

Guilda	Riqueza (espécies/tratamento)				Total por guilda
	Plantio Convencional		Plantio Direto		
	SMg	SMs	SMg	SMs	
Detritívoros	13	12	14	13	19
Fitófagos	4	3	6	3	11
Predadores	12	10	11	10	19
Total por tratamento	29	25	31	26	49

Tabela 3. Abundância (indivíduos/amostra) e frequência (Freq.) dos artrópodes mais coletados no interior do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada a produção de grãos (SMg) ou de silagem (SMs) (Coimbra, MG, 2003).

Artrópodes*	Guilda*	Indivíduos/amostra (média ± erro padrão)				Freq.(%)
		Plantio Convencional		Plantio Direto		
		SMg	SMs	SMg	SMs	
Entomobryidae (Collembola) (J + Ad)	Dt	1,0 ± 0,2	16,6 ± 1,0	26,0 ± 2,0	46,0 ± 5,9	72
<i>Hypogastrura</i> sp. (Collembola: Hypogastruridae) (J + Ad)	Dt	2,5 ± 0,5	28,3 ± 2,8	47,2 ± 4,9	86,00 ± 7,1	36
Scarabaeidae (Coleoptera) (Lv)	Dt	0,8 ± 0,2	5,0 ± 1,0	15,1 ± 2,7	18,2 ± 3,7	66
<i>Colopterus</i> sp. (Coleoptera: Nitidulidae) (Ad)	Dt	0,12 ± 0,04	0,31 ± 0,28	2,72 ± 0,34	3,42 ± 0,48	62
Chrysomelidae (Coleoptera) (Lv)	Ft	0,2 ± 0,1	0,4 ± 0,12	1,04 ± 0,22	2,92 ± 0,36	33
Lagriinae (Coleoptera) (Lv)	Ft	0,44 ± 0,1	2,04 ± 0,24	3,36 ± 0,34	6,86 ± 0,26	41
<i>Cheyletus</i> sp. (Acari: Cheyletidae) (J + Ad)	Pd	11,2 ± 1,36	18,96 ± 2,96	20,48 ± 2,52	47,32 ± 4,86	100
Galumnidae (Acari: Oribatida)	Pd	15,1 ± 3,5	19,5 ± 2,3	33,4 ± 1,3	47,2 ± 5,8	59
<i>Hypoaspis</i> sp. (Acari: Laelapidae) (J + Ad)	Pd	0,5 ± 0,1	2,2 ± 0,12	4,64 ± 0,28	5,44 ± 0,56	47
<i>Neivamyrmex</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	0,2 ± 0,06	4,08 ± 0,72	4,92 ± 0,6	5,92 ± 0,68	52
<i>Pachycondyla</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	2,2 ± 0,5	4,38 ± 1,04	2,54 ± 0,5	5,12 ± 0,5	50
<i>Solenopsis</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae) (Ad)	Pd	0,16 ± 0,02	0,38 ± 0,12	2,08 ± 0,62	2,02 ± 0,44	43
Staphylinidae (Coleoptera) (Lv)	Pd	0,3 ± 0,04	1,06 ± 0,26	2,04 ± 0,42	2,62 ± 0,46	40

* J = jovem, Lv = larva, Ad = adulto, Dt = Detritívoro, Pd = Predador, Ft = Fitófago.

Tabela 4. Resumo da seleção pelo STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS STEPWISE visando selecionar as espécies de artrópodes do interior do solo do feijoeiro a serem incluídas na análise de variáveis canônicas obtendo-se a máxima discriminação entre os tratamentos (Coimbra - MG, 2003).

Variáveis		R ² parcial	Análise de covariância		Correlação quadrada parcial	
Adicionadas	Retiradas		F	P	Média da correlação canônica quadrada	p
Detritívoros						
Entomobryidae	-	0,1071	3,56	0,0174	0,492	<0,0001
<i>Hypogastrura</i> sp.	-	0,1491	5,32	0,0020	0,449	<0,0001

Fitófagos						
larvas de Chrysomelidae	-	0,1227	4,20	0,0079	0,472	<0,0001
larvas de <i>Lagria villosa</i>	-	0,2175	8,62	<0,0001	0,435	<0,0001

Predadores						
<i>Cheyletus</i> sp.	-	0,0731	2,29	0,0842	0,521	<0,0001
Galumnidae	-	0,8468	176,84	<0,0001	0,282	<0,0001
<i>Hypoaspis</i> sp.	-	0,3353	15,97	<0,0001	0,384	<0,0001
<i>Neivamyrmex</i> sp.	-	0,2302	9,37	<0,0001	0,424	<0,0001
<i>Pachycondyla</i> sp.	-	0,0989	3,15	0,0292	0,542	<0,0001
<i>Solenopsis</i> sp.	-	0,1280	4,50	0,0054	0,444	<0,0001
larvas de Staphylinidae	-	0,1094	3,60	0,0165	0,510	<0,0001

Baseando-se no coeficiente canônico (entre estrutura canônica), as espécies que mais contribuíram positivamente para a divergência entre os tratamentos no eixo 1 foram: *Cheyletus* sp., Galumnidae e *Pachycondyla* sp. Já Entomobryidae, *Hypogastrura* sp. e *Neivamyrmex* sp. contribuíram negativamente na explicação dos dados no eixo 1. No eixo 2 larvas de *Lagria villosa* e *Neivamyrmex* sp. foram as espécies que mais contribuíram positivamente para a divergência entre os tratamentos. Enquanto Entomobryidae e Galumnidae foram as que mais contribuíram negativamente na explicação dos dados do eixo 2 (Tabela 5).

O diagrama de ordenação derivado da análise das variáveis canônicas foi feito com os dois eixos canônicos significativos que juntos explicam 81% do total da variância avaliada (Tabela 5). O diagrama de ordenação mostrou diferenças no conjunto de artrópodes encontrados nos dois sistemas de cultivo e também do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão e em sucessão ao milho silagem, em ambos os sistemas de cultivo estudados (Figura 2).

A análise da medida repetida permitiu a interpretação do efeito do tempo e de suas interações nos tratamentos. Todas as interações entre tratamentos (fatorial 2 x 2) e tempo (dias após o plantio do feijão) foram significativas ($p < 0,05$), exceto para e larvas de Chrysomelidae, *Cheyletus* sp., *Solenopsis* sp. e larvas de Staphylinidae ($p > 0,05$). Estes resultados indicam efeito significativo dos sistemas de cultivo e da sucessão de feijoeiro cultivado após o milho silagem em relação ao cultivado após o milho grão, ao longo do tempo, exceto para as quatro espécies acima citadas. Isso indica que essas espécies variaram ao longo do tempo, entretanto esta variação na densidade não seguiu uma tendência como observado nas figuras 3-C, 4-A, 4-F e 4-G, respectivamente.

A espécies detritívoras de Entomobryidae e *Hypogastrura* sp. apresentaram densidade maior no sistema de plantio direto em relação ao sistema de plantio convencional em todas as datas estudadas. Dentro de cada sistema de plantio as populações de artrópodes foram maiores nos tratamentos em sucessão ao milho grão em relação ao milho silagem ao longo do tempo (Figura 3-A e 3-B). Comportamentos semelhantes foram apresentados pelas espécies de fitófagos larvas de Chrysomelidae e larvas de *Lagria villosa* (Figura 3-C

e 3-D). Entretanto, não foram verificadas diferenças na densidade média de larvas de Chrysomelidae no sistema de plantio convencional em sucessão ao milho grão quando comparado à sucessão ao milho silagem neste mesmo sistema (Figura 3-C).

As populações de predadores apresentaram densidade maior no sistema de plantio direto em comparação ao sistema de plantio convencional (figura 4-A a 4-G). Galumnidae, *Neivamyrmex* sp. e *Pachycondyla* sp. apresentaram densidade maior nos tratamentos do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho grão em relação ao feijoeiro cultivado em sucessão ao milho silagem, em ambos os sistemas de cultivo (Fig 4-B, 4-D e 4-E). Entretanto maiores densidades de *Cheyletus* sp. na sucessão milho grão em relação ao milho silagem foram verificadas apenas no sistema de plantio direto. Para *Hypoaspis* sp. e larvas de Staphylinidae densidades maiores ocorreram no feijoeiro em sucessão ao milho grão apenas no sistema de plantio convencional.

Tabela 5. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos ao efeito do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra-MG, 2003).

Variáveis (espécies de artrópodes)	Eixos canônicos	
	1	2
Detritívoros		
Entomobryidae (Collembola)	-0,337	-0,649
<i>Hypogastrura</i> sp.	-0,276	0,331
Fitófagos		
larvas de Chrysomelidae	0,439	0,256
larvas de <i>Lagria villosa</i>	0,091	1,369
Predadores		
<i>Cheyletus</i> sp.	1,285	0,040
Galumnidae (Acari)	1,046	-0,592
<i>Hypoaspis</i> sp	0,422	0,610
<i>Neivamyrmex</i> sp.	-0,071	0,602
<i>Pachycondyla</i> sp.	0,873	-0,238
<i>Solenopsis</i> sp.	0,127	-0,267
larvas de Staphylinidae	0,232	-0,098
F	1,05	0,74
gl (numerador; denominador)	44/315,8	30/244,3
P	0,03965	0,04290
Correlação canônica parcial	0,60	0,81

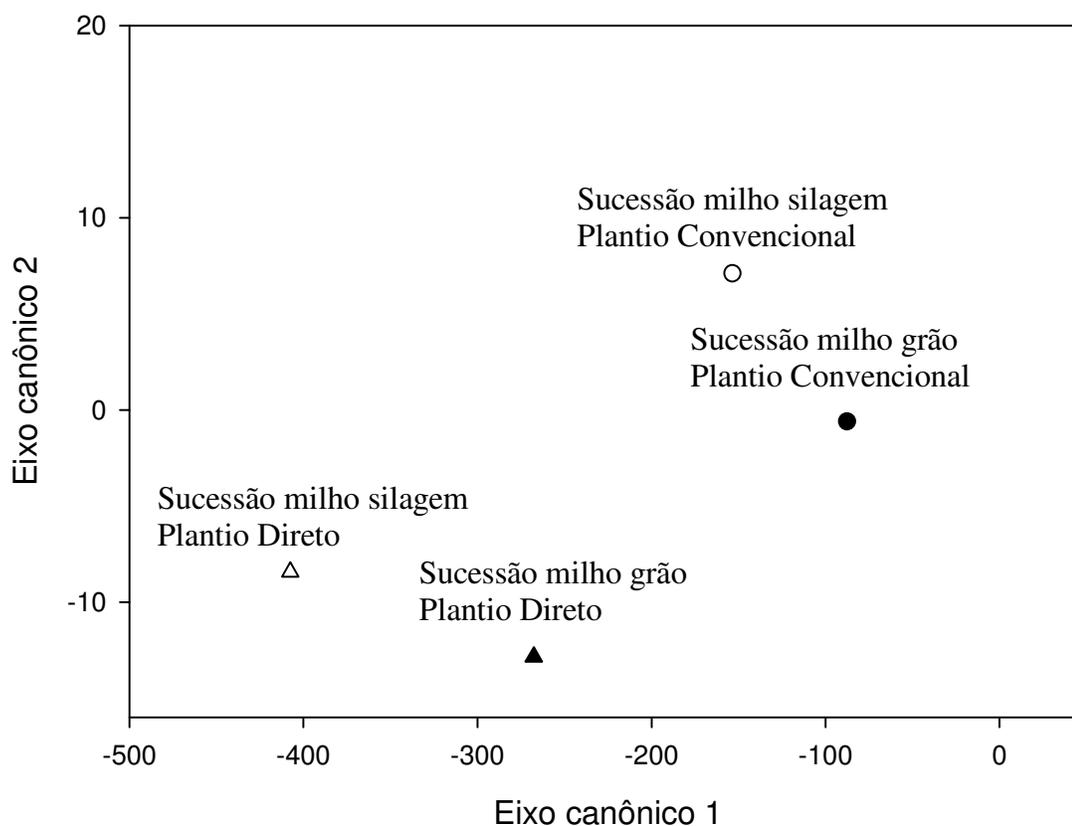


Figura 2. Digrama de Ordenação (CVA) mostrando a discriminação da comunidade de artrópodos do interior do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem. Todos os tratamentos estudados diferiram entre si significativamente pelo teste F ($P < 0,05$), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes (Coimbra - MG, 2003).

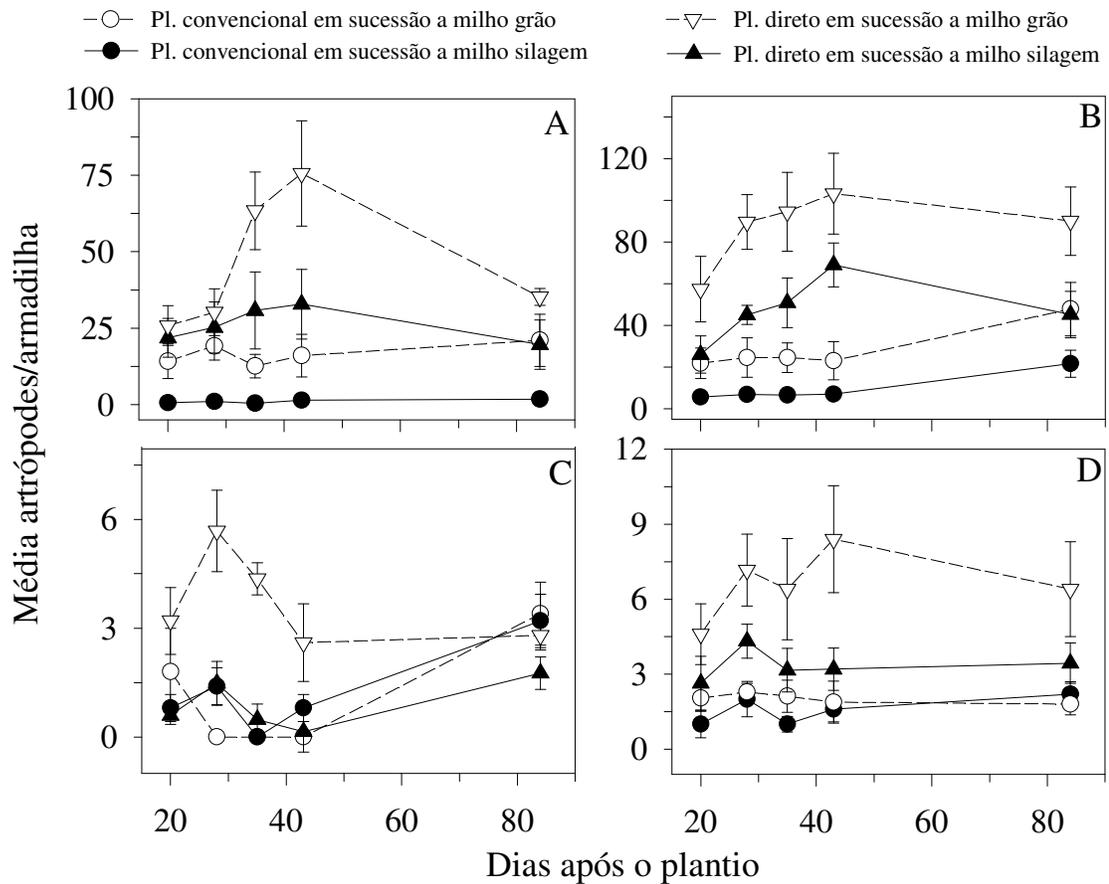


Figura 3. Abundância (média \pm erro padrão) dos principais artrópodes detritívoros (A= Entomobryidae e B=*Hypogastrura* sp.) e fitófagos (C=larvas de Chrysomelidae; D= larvas de *Lagria villosa*) no interior do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra – MG, 2003).

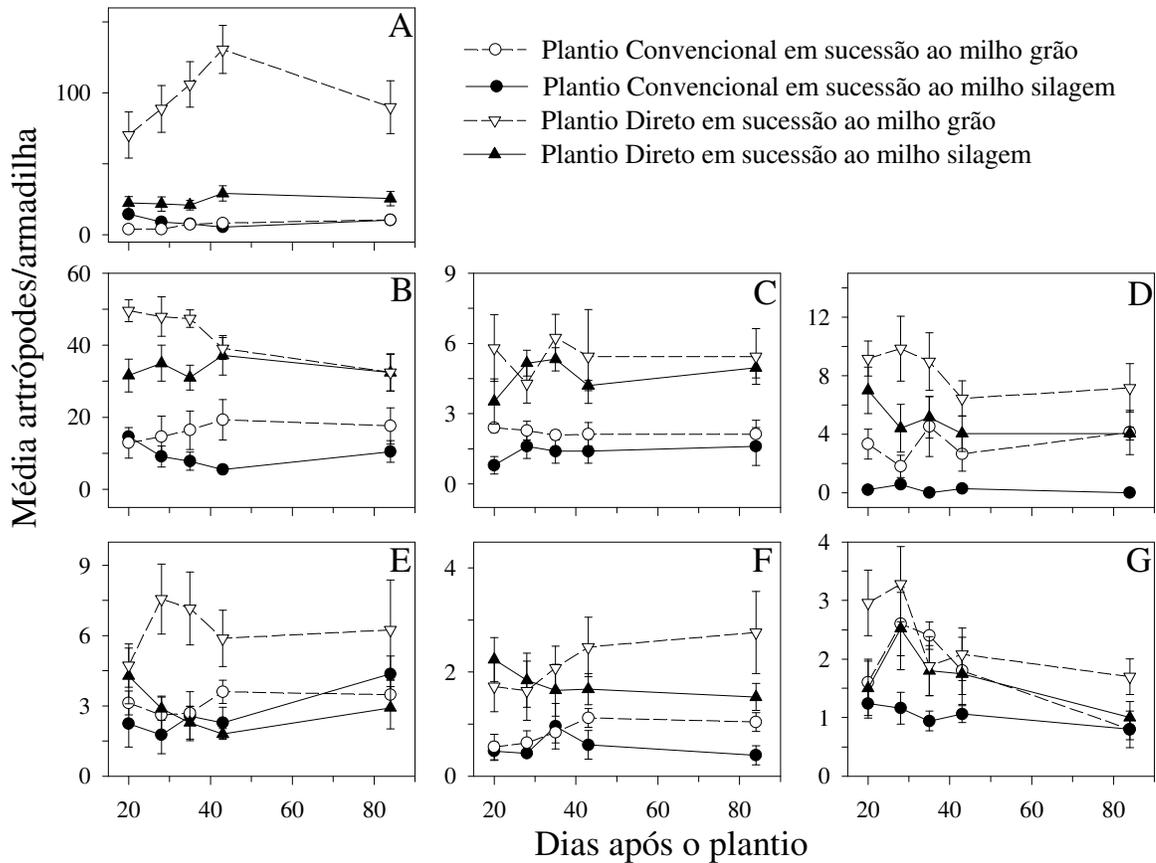


Figura 4. Abundância (média \pm erro padrão) dos principais artrópodes predadores (A = *Cheyletus* sp., B = Galumnidae, C = *Hypoaspis* sp., D = *Neivamyrmex* sp., E = *Pachycondyla* sp., F = *Solenopsis* sp. e G = larvas de Staphylinidae) no interior do solo do feijoeiro cultivado em plantio direto ou convencional em sucessão à cultura de milho destinada à produção de grãos ou de silagem (Coimbra – MG, 2003).

6. DISCUSSÃO

A análise de ordenação indicou diferença substancial na composição e abundância de artrópodes entre os dois sistemas de plantio e dos tratamentos em sucessão ao milho grão comparado ao milho silagem. A influência dos sistemas de cultivo direto e convencional e da sucessão milho grão e milho silagem sobre a comunidade de artrópodes do interior do solo ainda não foi relatada na literatura científica pesquisada. Entretanto, a presença de maior diversidade de espécimes no sistema de plantio direto em relação ao convencional, bem como nos tratamentos precedidos de milho grão em relação ao milho silagem pode estar relacionado às diferenças nos fatores abióticos do solo, como o aumento da umidade, incremento dos teores da matéria orgânica e diminuição das temperaturas máximas do solo (Eltz et al., 1989; Carpenedo & Mielniczuk, 1990; Salton & Mielniczuk, 1995). Estes são fatores que podem contribuir para um incremento da riqueza e densidade de espécimes de artrópodes do solo (Kromp, 1999; Sileshi & Mafongoya, 2003; Phillips & Cobb, 2005).

A análise de medida repetida demonstrou que as densidades médias das populações de artrópodes não variou nas datas avaliadas dentro de um mesmo tratamento, com exceção das espécies larvas de Chrysomelidae, *Cheyletus* sp., *Solenopsis* sp. e larvas de Staphylinidae. Este resultado pode estar correlacionado com a ausência de precipitações pluviais fortes, já que tal experimento foi conduzido na estação fria e submetido a um turno de rega semanal (Figura 1). Este manteve a umidade do interior do solo praticamente constante, minimizando os efeitos destes intempéres climáticos sobre a comunidade de artrópodes do interior do solo (CCIRG, 1996).

As populações de colêmbolos Entomobryidae e *Hypogastrura* sp. apresentaram maior densidade média no sistema de plantio direto e nos tratamentos em sucessão ao milho grão. Diversos estudos têm demonstrado maior abundância destas espécies de colêmbolos no sistema de plantio direto em relação ao sistema de plantio convencional (Petersen & Luxton, 1982; Stinner & House, 1990; Paoletti & Bressan, 1996; Neave & Fox, 1998). Em outro estudo

Kajak (1997) demonstrou que a incorporação de resíduos de colheitas anteriores aumenta a atividade de tais organismos que exercem um papel importante na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes.

A maior abundância das larvas de fitófagas Chrysomelidae e Lagriinae no sistema de plantio direto e nos tratamentos em sucessão ao milho grão nos dois sistemas de cultivo, contradiz aos resultados do dossel das plantas do presente trabalho e dos obtidos por Andersen (1999) e Cividanes & Yamamoto (2002). Estes autores verificaram uma maior abundância das populações de adultos de fitófagos no dossel das plantas de feijão no sistema de plantio convencional, isso reflete uma possível dispersão desses artrópodes das parcelas cultivadas no sistema de plantio direto para as de plantio convencional, fato este, que pode estar relacionado com a maior concentração de seiva presente em áreas de plantio convencional (Bernays & Chapman, 1994).

Entretanto, a maior abundância dessas larvas no interior do solo no sistema de plantio direto e nos tratamentos em sucessão ao milho grão pode estar relacionada com o não revolvimento do solo pela aração e gradagem e também pela ação de uma cobertura vegetal permanente. O não revolvimento do solo aliado com a cobertura morta facilita que estas larvas se estabeleçam no sistema de plantio direto acarretando em maiores densidades populacionais em comparação aos sistemas de plantio convencional, sendo estas populações maiores em sistemas com maiores aportes de matéria orgânica (Krooss & Schaefer, 1998).

Os gráficos de flutuação populacional, juntamente com a análise de medida repetida demonstraram presença maior de artrópodes predadores no sistema de plantio direto em relação ao convencional ao longo do desenvolvimento do estudo. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Brust (2001), que estudando a dinâmica populacional de predadores do solo, verificou uma maior densidade destes artrópodes no sistema de plantio direto em relação ao convencional, mas sem a variação na riqueza de espécies. Da mesma forma, Rodriguez et al. (2002) verificaram presença de maior número de espécies de inimigos naturais, principalmente de aranhas e formigas predadoras, em áreas submetidas ao sistema de plantio direto. Diversos outros estudos demonstrando o

impacto de práticas culturais, como a aração e gradagem, sobre os artrópodes do solo já foram divulgados (Kawahara et al., 1974; House & Stinner, 1983; Brust et al., 1985; Widiarta et al., 1991; Ishijima et al., 2004). Entretanto, estudos envolvendo o efeito de práticas culturais como o sistema de plantio direto sobre artrópodes predadores do interior do solo ainda não foram relatados.

Verificou-se maiores densidades de Galumnidae, *Neivamyrmex sp.* e *Pachycondyla sp.* nos tratamentos do feijoeiro em sucessão ao milho grão em comparação com sucessão milho silagem em ambos os sistemas de cultivo. Este resultado pode estar relacionado aos maiores teores de matéria orgânica nestes solos, sendo este um fator responsável pelo aumento na abundância de artrópodes detritívoros, e conseqüentemente por um incremento populacional das populações de predadores; isto é explicado pela teoria das cascatas tróficas (Hendrix et al., 1986; Stinner & House, 1990; Hodge, 1999; Halaj & Wise, 2002). Mäder et al. (2002) verificaram um aumento da densidade média de aranhas predadoras em ambientes com maiores teores de matéria orgânica presentes no solo. Outros estudos realizados por Piffner et al. (1996) demonstraram que a densidade média de Carabidae, Staphylinidae e aranhas predadoras em solos submetidos a práticas orgânicas é o dobro do que em solos sob plantio convencional.

Em conclusão, ocorreu maior abundância de artrópodes detritívoros e predadores no interior do solo quando o feijoeiro cultivado em sucessão a cultura de milho destinada a produção de grãos e em sistema de plantio direto. Fatos estes que demonstram que a maior quantidade de matéria orgânica deixada no solo por este sistema e sucessão de cultivo favorece aos artrópodes detritívoros e predadores no interior do solo.

7. LITERATURA CITADA

ANDERSEN, A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II Pests and beneficial insects. **Crop Protection**, v.18, p.651-657, 1999.

BADJI, C.A.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, A.A.; ARAUJO, R.A. Impact of deltamethrin on arthropods in maize under conventional and no-tillage cultivation. **Crop Protection**, v.23, n.11, p.1031-1039, 2004.

BERNAYS, E.A.; CHAPMAN, R.F. 1994. **Host-plant selection by phytophagous insects**. Chapman & Hall, New York, 312 p.

BRUST, G.E.; STINNER, B.R.; MCCARTNEY, D.A. Tillage and soil insecticide effects on predator-black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) interactions in corn agroecosystems. **Journal of Economic Entomology**, v.78, p.1389-1392, 1985.

BRUST, E.B.; HOUSE, G.J. Influence of soil texture, soil moisture, organic cover and weeds on oviposition preference of Southern Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v.19, n.4, p.966-971, 1990.

BRUST, G.E. Soil moisture, no-tillage and predator effects on Southern Corn Rootworm survival in peanut agroecosystems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.58, n.2, p.109-121, 2001.

CÁRCAMO, H.A.; NIEMALA, J.K.; SPENCE, J.R. Farming and ground beetles: effects of agronomic practice on populations and community structure. **Canadian Entomology**, v.127, p.123-170, 1995.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregados e qualidade de agregados de um latossolo roxo, submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.99-105, 1990.

CCIRG (Climate Change Impacts Review Group). **Review of the potential effects of climate change in the United Kingdom**. 2nd Report, HMSO, London, 247 pp. 1996.

CIVIDANES, F.J. Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.15-23, 2002.

ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.259-267, 1989.

FAO. **Faostat**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org> >. Acesso em: 9 set. 2006.

GREEN, R.H. Application of repeated measures designs in environmental impact and monitoring studies. **Australian Journal of Ecology**, v.18, p.81-98, 1993.

HALAJ, J.; WISE D.H. Impact of a detrital subsidy on trophic cascades in a terrestrial grazing food web. **Ecology**, v.83, p.3141–3151, 2002.

HENDRIX, P.F.; PARMALESSE, R.W.; CROSSLEY, D.A.; COLLEMAM, D.C.; ODUM, E.P.; GROFFMAN, P.M. Detritus food-web in conventional and no tillage agrosystems. **BioScience**, 36: p. 374-80, 1986.

HODGE, M.A. The implications of intraguild predation for the role of spiders in biological control. **Journal of Arachnology**, v.27, p.351–362, 1999.

HOUSE, G.J.; STINNER, B.R. Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: Community composition and ecosystem interactions. **Environmental Management**, v.7: p.23–28, 1983.

HURLBERT, S.H. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs**, v.54, p.187-211, 1984.

ISHIJIMA, C.; MOTOBAYASHI, T.; NAKAI, M.; KUNIMI, Y. Impacts of tillage practices on hoppers and predatory wolf spiders (Araneae: Lycosidae) in rice paddies. **Journal of Applied Entomology and Zoology**, v.39, n.1, p.155–162, 2004.

VAN STRAALLEN, N.M. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, v.9, p.429-437, 1998.

KAJAK, A. Effects of epigeic macroarthropods on grass litter decomposition in mown meadow. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.64, p.53–63, 1997.

KAWAHARA, S.; KIRITANI, K; KAKIYA, N. Population biology of *Lycosa pseudoannulata*. Bull. **Kochi Institutional Agricultural for Science**, v.6: p.7–22, 1974.

KEDWARDS, T.J.; MAUND, S.J.; CHAPMAN, P.F. Community level analysis of ecotoxicological field studies. II. Replicated-design studies. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.18, p.158-166, 1999.

KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1-3, p.187-228, 1999.

KROOSS, S.; SCHAEFER, M. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a 5-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera:Staphylinidae) of winter wheat. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.69, p.121-133, 1998.

MCLAUGHLIN, A.; MINEAU, P. The impact of agricultural practices on biodiversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.55, p.201-212, 1995.

MÄDER, P.; FLIEßBACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**, v.296, p.1694–1697, 2002.

NEAVE, P.; FOX, C.A. Response of soil invertebrates to reduced tillage systems established on a clay loam soil. **Applied Soil Ecology**, v.9, p.423-428, 1998.

NOSS, R.F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, v.4, p.355-364, 1990.

PAINE, M.D. Repeated measures designs. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v.15, p.1439-1441, 1996.

PAOLETTI, M.G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.15, p.21-62, 1996.

PARWEZ, H.; SHARMA, M.K. Seasonal fluctuations in the population density of soil insects under acacia plantation. **Annals of Biology**, v.20, n.2, p.115-122, 2004.

PEREIRA, J.L.; SILVA, A.A.; PICANÇO, M.C.; BARROS, E.C.; JAKELAITIS, A. Effects of herbicide and insecticide interaction on soil entomofauna under maize crop. **Journal of Environmental Science and Health Part B —Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, v. B40, n.1, p.43-52, 2004.

PERNER, J.; MALT., S. Assessment of changing agricultural land use: response of vegetation, ground-dwelling spiders and beetles to the conversion of arable land into grassland. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.98, p.169-181, 2003.

PETERSEN, H.; LUXTON, M. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. **Oikos**, v.39, p.288-388, 1982.

PHILLIPS, L.D.; COBB, T.P. Effects of habitat structure and lid transparency on pitfall catches. **Environmental Entomology**, v.34, n.4, p. 875-882, 2005.

PFIFFNER, L.; NIGGLI, U. Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col Carabidae) and other epigeic arthropods in winter wheat. **Biological Agriculture & Horticulture**, v.12, p.353–364, 1996.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. 1988. **Pedologia e fertilidade de solos: Interações e aplicações**. MEC, Brasília.

RODRIGUEZ, E.; FERNANDEZ-ANERO, F.J.; RUIZ, P.; CAMPOS, M. Soil arthropod abundance under conventional and no tillage in a Mediterranean climate, **Soil & Tillage Research**, vol.85, n.1, p.229-233, 2001.

SAS Institute, 2001. SAS user's guide: Statistics, version 8.2, 6th ed. SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, n.2, p.313-319, 1995.

SAUTTER, K.D.; HONORIO, R.S.; JUSTINIANO, R.P. Comparison of the communities of Sminthuroidea and Onychiuridae (Collembola) among no-tillage in three levels of fertility, conventional tillage and a natural ecosystem (native grassland) in Ponta Grossa, Parana, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, n.1, p.125-131, 1999.

SILESHI, G.; MAFONGOYA, P.L. Effect of rotational fallows on abundance of soil insects and weeds in maize crops in eastern Zambia. **Applied Soil Ecology**, v.23, p.211-222, 2003.

STEWART-OATEN, A.; MURDOCH, W.W.; PARKER, K.R. Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time. **Ecology**, v.67, p.929-940, 1986.

STINNER, B.R.; HOUSE, G.J. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.299-318, 1990.

TONHASCA, A. Carabid beetle assemblage under diversified agroecosystems. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.68, p.279-285, 1993.

WARDLE, D.A.; YEATES, G.W. The dual importance of competition and predation as regulating forces in terrestrial ecosystems: evidence from decomposer food webs. **Oecologia**, v. 93, p. 303-306, 1993.

WIDIARTA, I.N.; FUJISAKI, K.; NAKASUJI, F. Life tables and population parameters of the green leafhopper, *Nephotettix cincticeps* (Uhler), in the southwestern district of Japan with special reference to the first generation on foxtail grass. **Researches on population ecology**, v.33, p.257-267, 1991.

YOKOYAMA, L.P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p.249-292.

ZAHANGIR, K. Tillage or no-tillage: Impact on mycorrhizae. **Canadian Journal of Plant Science**, v.85, n.1, p.23-29, 2005.

IV - EFEITO DE FLUAZIFOP-P-BUTIL + FOMESAFEM SOBRE ARTRÓPODES DO SOLO DO FEIJOEIRO CULTIVADO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL

1. RESUMO:

Neste trabalho objetivou-se avaliar os efeitos da mistura dos herbicidas (fomesafen + fluazifop-p-butil) sobre a comunidade de artrópodes do solo cultivado com feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. O experimento foi realizado em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de boa fertilidade, em Coimbra, MG. Duas semanas após o plantio foi aplicada a mistura comercial dos herbicidas fomesafen + fluazifop-p-butil, denominada Robust[®], na dose de 0,8 L ha⁻¹. Em cada sistema de cultivo foi mantida uma testemunha sem aplicação de herbicida. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. As populações de artrópodes do solo foram amostradas aos 1, 8, 21 e 42 dias após a aplicação do herbicida. Os dados foram submetidos a análise de variáveis canônicas (CVA), que é uma técnica de ordenação indireta que reduz a dimensionalidade do conjunto dos dados originais em um conjunto de variáveis que podem ser usadas para ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias das respostas da comunidade em cada tratamento sob comparação. As diferenças entre os tratamentos na abundância dos artrópodes selecionados foram determinadas pela análise de variância por medida repetida, considerando a data de amostragem como a medida repetida. A análise das variáveis canônicas CVA para os sistemas de plantio e aplicação de herbicida indicou diferenças entre a densidade de artrópodes coletados nos diferentes tratamentos estudados, considerando a composição e a abundância das espécies. Observou-se por meio do diagrama de ordenação diferenças no conjunto de artrópodes do solo coletados nos dois sistemas de plantio. A aplicação dos herbicidas afetou a densidade dos artrópodes associados ao feijoeiro em ambos os sistemas de cultivo, com exceção do *Solenopsis* sp. O sistema de plantio afetou a densidade de todas as espécies estudadas.

Palavras chaves: Herbicidas, *Phaseolus vulgaris*, impacto, entomofauna.

2. ABSTRACT:

FLUAZIFOP-P-BUTIL + FOMESAFEM EFFECT ON THE SOIL ARTHROPOD COMMUNITY OF BEAN CULTIVATED IN NO-TILLAGE AND CONVENTIONAL SYSTEMS

The aim of this research was to evaluate the effect of herbicides mixture (fomesafen + fluazifop) on the soil arthropod communities associated to the common bean in two cropping systems (conventional and no-tillage system). The experiment was carried out on Red-yellow Podzol, in Coimbra, Minas Gerais state, Brazil. The studied treatments in both cropping system were represented by mixture of herbicide Robust[®] (fluazifop + fomesafen) (dosage of 0,8 L ha⁻¹) which was applied two weeks after planting and control without herbicide application. A complete randomized block design with five replications was used in the experiment. The soil arthropod communities were sampled 1, 8, 21 and 42 days after herbicide application. The data were submitted to the canonical variate analysis (CVA). CVA is an indirect ordination technique that reduces the size of the original data set. The CVA techniques can be used to illustrate graphically the relative positions and the coordinated of the community's structure for each treatment. The differences between the treatments in the abundance of the selected arthropods had been determined by repeated measures analysis of variance considering the sampling data as repeated measure. The canonical variate analysis for cropping systems and herbicide application indicated differences between the arthropod densities in the different treatments considering the composition and the species abundance. In this study, was observed through ordination diagrams, differences in the set data of collected soil arthropods in the two cropping systems. The application of herbicide affected all arthropods associated to the common beans in both cropping systems, except *Solenopsis* sp. The cultivation system affected the densities of all species studied.

Keywords: Fluazifop-p-butyl, Fomesafen, *Phaseolus vulgaris*.

3. INTRODUÇÃO:

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é de expressiva importância econômica no cenário nacional, se destacando tanto pelo seu grande uso alimentar, quanto pela extensão da área cultivada (Rapassi et al., 2003). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produtividade média do feijoeiro da primeira safra de 2005/06 foi de 914 kg/ha, o que representa, menos de um terço do potencial de rendimento das últimas cultivares lançadas. Dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade do feijoeiro no País, destacam-se a utilização de forma incorreta dos pesticidas. Esta prática resulta em controle ineficiente de pragas, doenças e plantas daninhas, além do alto risco de poluição ambiental. Esses produtos devem ter seu uso fundamentado no tocante à seletividade e eficiência no controle do alvo biológico, com o mínimo de efeito sobre inimigos naturais, decompositores e demais agentes benéficos presentes na área de aplicação (Cruz, 1986).

Alterações na cadeia alimentar de artrópodes do solo, na composição e na diversidade de espécies associadas às culturas foram relatadas por diversas pesquisas em consequência de práticas agrícolas utilizadas (Giller, 1997; Pereira et al., 2004; Robertson, 1994). No que se refere aos pesticidas, Belden e Lydy (2000) afirmam que o uso de herbicidas pode exercer efeitos nocivos sobre a entomofauna, embora a magnitude de respostas possa estar mais diretamente ligada a efeitos indiretos decorrentes de mudanças no habitat. Alguns desses efeitos podem ser devido a perda da cobertura vegetal, exercida pelas plantas daninhas e pela eliminação da fonte de alimentos de alguns artrópodes, podendo estes efeitos ser mais significativos do que os efeitos diretos resultantes da sua composição química. Dentre os herbicidas recomendados para a cultura do feijão, destaca-se a mistura comercial de fomesafen com o fluazifop-p-butyl (Robust[®]) que permite o controle simultâneo de plantas daninhas dicotiledôneas e gramíneas (Silva et al., 2003).

Com relação aos sistemas de cultivo, diversos estudos têm demonstrado que as densidades populacionais de pragas e de inimigos naturais diferem nos sistemas de plantio direto e convencional (Risch et al., 1983; Andow, 1991).

Nesta pesquisa objetivou-se avaliar o impacto da mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen sobre a comunidade de artrópodes do solo cultivado com a cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de agosto a dezembro de 2005, na Estação Experimental da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Coimbra, MG (20°45' de latitude sul, 42°51' de longitude oeste e 651m de altitude). O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, fase terraço. A caracterização química e textural do solo se encontra na Tabela 1.

No preparo do solo sob plantio direto foi realizada a dessecação química com os herbicidas glyphosate + 2,4-D (1,44 + 0,335 kg ha⁻¹, respectivamente) em mistura no tanque, três semanas antes da semeadura. No plantio convencional utilizou-se o preparo mecânico do solo com uma aração e duas gradagens, sete dias antes da semeadura. Para o controle das plantas daninhas na cultura do feijão, em ambos os sistemas de plantio, foi utilizada a mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen (200 + 250 g L⁻¹, respectivamente) denominada Robust na dosagem comercial de 0,8 L ha⁻¹. Em cada sistema de cultivo foi mantida uma testemunha sem aplicação de herbicida. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. A aplicação dos herbicidas foi realizada aos 14 dias após a emergência (DAE) do feijoeiro em ambos os sistemas de cultivo. Os tratamentos estudados foram: Plantio direto com aplicação de herbicidas, plantio direto sem aplicação de herbicidas, plantio convencional com aplicação de herbicidas, plantio direto sem aplicação de herbicidas. Para aplicação dos herbicidas foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, mantido à pressão constante de 200 kPa, equipado com dois bicos TT 110.02, espaçados de 1,0 m e calibrados para aplicar o equivalente a 100 L ha⁻¹ de calda. As condições no momento da aplicação foram de céu claro, solo úmido, velocidade do vento inferior a 5 km h⁻¹, temperatura do

ar de 24,8°C e umidade relativa de 74 %. Os dados de temperatura e precipitação pluvial diária referente ao período de condução do experimento estão representados na figura 1.

Tabela 1. Composição química e textural da camada 0-10 cm de profundidade do solo argiloso proveniente de sistema de plantio direto (SPD) e convencional (SPC) utilizado no experimento. (Coimbra– MG, 2005).

Sistema de Plantio Direto										
Fração Mineral (%)										
Areia fina		Areia grossa		Silte			Argila		Textura	
10		16		19			55		Argilosa	
Análise Química										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
H ₂ O	mg dm ³		Cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,1	14,4	54	4,46	0,3	1,6	0,6	6,80	34	11	2,94
Sistema de Plantio Convencional										
Fração Mineral (%)										
Areia fina		Areia grossa		Silte			Argila		Textura	
15		29		11			45		Argilosa	
Análise Química										
pH	P	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC Total	V	M	MO
H ₂ O	mg dm ³		Cmol _c dm ⁻³					%		dag kg ⁻¹
5,3	8,3	68	4,62	0,2	2,0	0,7	7,49	38	7	2,62

*Análises realizadas nos Laboratórios de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da UFV, segundo a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (1997).

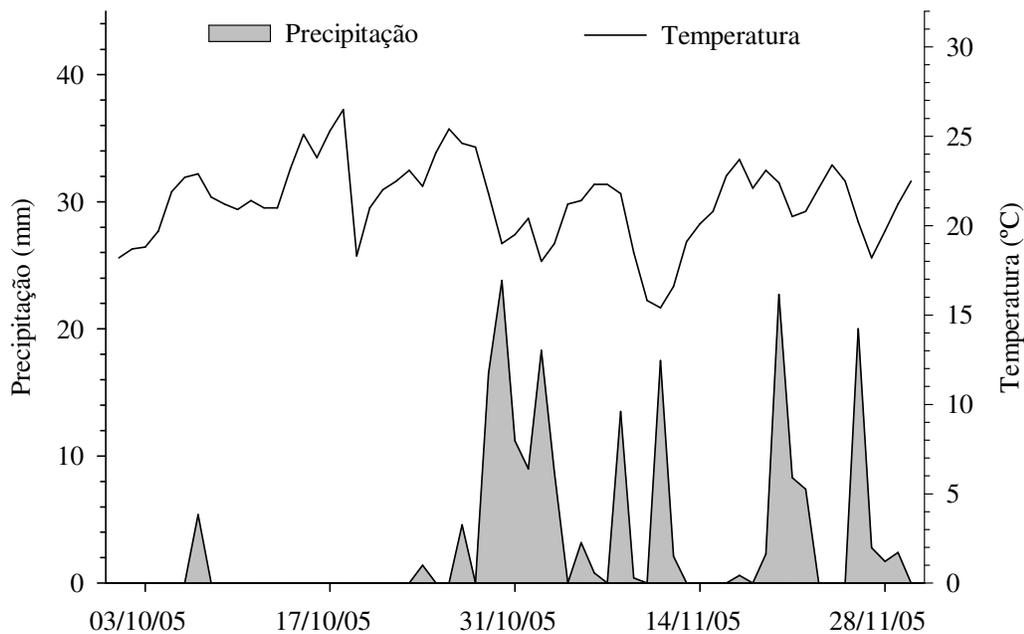


Figura 1. Precipitação e temperatura média observada durante a condução do experimento. (Coimbra - MG, 2005).

As populações de artrópodes do solo foram amostradas aos 1, 8, 21 e 42 dias após a aplicação do herbicida sendo as amostras referentes à comunidade de artrópodes do solo coletadas por meio da retirada de blocos de solo com aproximadamente 30 cm de profundidade e 10 cm de diâmetro. Este material foi levado ao Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFV, onde foi submetido ao funil de Berleze, conforme proposto por Wardle et al., (1993). As amostras provenientes da coleta no campo por Berleze foram conservadas em potes de vidro contendo álcool 70%, sendo posteriormente transferidas para placas de Petri e submetidas à contagem do número total de artrópodes utilizando-se o microscópio estereoscópio com aumento fixado de 12X. Após isso, os artrópodes coletados foram então encaminhadas aos taxonomistas para identificação.

O impacto dos sistemas de cultivo e da aplicação do herbicida sobre as comunidades de artrópodes do solo foi determinado pela comparação da abundância relativa de cada espécie entre os tratamentos. Os dados foram

inicialmente submetidos a um processo seletivo que determina quais espécies mais explicam a variância observada (PROC STEPDISC com seleção STEPWISE; SAS Institute, 2001). As espécies foram selecionadas de acordo com dois critérios coincidentes no presente caso: 1) o nível de significância do teste F da análise de covariância, onde as espécies escolhidas agem como covariáveis e os tratamentos como variáveis dependentes; e 2) a correlação quadrada parcial predizendo os efeitos dos tratamentos a partir das espécies, controlada pelo efeito já causado pelas espécies selecionadas pelo modelo (SAS Institute, 2001).

Os dados das espécies selecionadas foram submetidos à análise de variáveis canônicas (CVA). A significância da diferença (indicada pela ordenação) entre grupos devido ao tratamento foi determinada pela comparação dois a dois dos tratamentos pelo teste F aproximado ($p < 0,05$), usando a distância de Mahalanobis entre as respectivas classes de médias canônicas. As análises foram feitas usando o procedimento CANDISC do pacote estatístico do SAS (SAS Institute, 2001).

Os dados das principais espécies que levaram ao aparecimento de diferenças entre os tratamentos foram individualmente submetidos a análise de variância por medidas repetidas para ver por quanto tempo perdura o distúrbio e uma eventual recuperação das espécies ao estresse. Uma vez que a amostragem dos artrópodes foi realizada no mesmo campo várias vezes, a análise de variância por medida repetida é recomendada para evitar o problema de pseudo-replicação no tempo (Hurlbert, 1984; Stewart-Oater et al., 1986; Green, 1993; Paine, 1996). Essas análises foram feitas usando o procedimento ANOVA do SAS com a especificação PROFILE, como sugerido por von Ende (1993). A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram testadas usando o procedimento UNIVARIATE (SAS Institute, 2001).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas 127 morfoespécies de artrópodes nos diferentes tratamentos. Deste conjunto, apenas entraram na análise aquelas espécies cuja frequência de coleta tenha sido maior que 10% em pelo menos um dos tratamentos estudados (Tabela 2). Destas, *Hypoaspis* sp., espécie de Galumnidae, de Parasitidae, *Hypogastrura* sp., *Solenopsis* sp., larvas de Chrysomelidae, larvas de Staphylinidae e Entomobryidae, foram as que melhor explicaram a variação observada entre os quatro tratamentos, sendo selecionadas para análise adicional (Tabela 3).

A análise das variáveis canônicas CVA para sistema de plantio (convencional e direto) e aplicação de herbicida (com ou sem aplicação de Robust®) indicou diferenças significativas entre os tratamentos, considerando a composição e a abundância das espécies (Wilks' lambda = 0.0354; F = 18.10; gl (num/den) = 24/200, 7; P < 0,0001). Dois eixos canônicos foram calculados, sendo ambos significativos (P < 0,0001 e P = 0.0163) (Tabela 4).

Baseando-se no coeficiente canônico (entre estrutura canônica), as espécies que mais contribuíram para a divergência entre os tratamentos no eixo 1 foram larvas de Staphylinidae, espécie de Galumnidae, de Entomobryidae e larvas de Chrysomelidae. Espécie de Parasitidae contribuiu negativamente na explicação do conjunto dos dados no eixo 1. No eixo 2, Parasitidae, *Hypogastrura* sp. e *Solenopsis* sp., contribuíram para a divergência entre os tratamentos, enquanto Entomobryidae, Galumnidae, larvas de Crisomelidae, larvas de Staphylinidae e *Isotoma* sp. contribuíram negativamente na explicação do conjunto dos dados (Tabela 4). O diagrama de ordenação derivado da análise das variáveis canônicas foi feito com os dois eixos canônicos significativos que juntos explicam 99,3% do total da variância avaliada (Tabela 4).

Tabela 2. Abundância e frequência dos artrópodes mais abundantes coletados no solo do feijoeiro cultivado nos sistemas de plantio convencional e direto (Coimbra - MG, 2005).

Artrópodes	Abundância (média ± Erro Padrão da Média do Número de Indivíduos/Amostra)				Freq.*
	Plantio Convencional		Plantio Direto		
	Com herbicida	Sem herbicida	Com herbicida	Sem herbicida	
<i>Cheyletus</i> sp. (Acari: Cheyletidae)	12,05 ± 1,69	28,85 ± 4,21	19,55 ± 2,00	37,30 ± 2,28	100,00
<i>Hypoaspis</i> sp. (Acari: Laelapidae)	1,65 ± 0,21	4,60 ± 0,73	2,35 ± 0,47	8,40 ± 0,78	91,25
Galumnidae (Acari: Oribatida)	0,85 ± 0,21	3,90 ± 0,49	0,80 ± 0,16	8,05 ± 0,84	80,00
Parasitidae (Acari)	6,15 ± 1,18	25,00 ± 4,93	19,50 ± 1,78	33,85 ± 1,67	97,50
larvas de Bostrichidae (Coleoptera)	0,10 ± 0,07	0,80 ± 0,20	0,05 ± 0,05	0,75 ± 0,25	27,50
<i>Hypogastrura</i> sp. (Collembola: Hypogastruridae)	4,50 ± 0,79	15,65 ± 2,76	9,15 ± 1,43	33,10 ± 2,73	97,50
Entomobryidae (Collembola)	0,40 ± 0,15	2,30 ± 0,44	0,05 ± 0,05	3,75 ± 0,58	46,25
<i>Orchesella</i> sp. (Collembola: Orchesellinae)	1,60 ± 0,33	4,30 ± 0,58	2,05 ± 0,52	6,40 ± 0,87	83,75
<i>Solenopsis</i> sp. (Formicidae: Myrmeciinae)	3,75 ± 1,07	4,35 ± 2,12	11,10 ± 2,73	11,35 ± 3,02	90,00
<i>Neivamyrmex</i> sp. (Hymenoptera: Formicidae)	0,10 ± 0,07	1,25 ± 0,55	0,90 ± 0,40	0,35 ± 0,07	22,50
larvas de Chrysomelidae (Coleoptera)	0,70 ± 0,22	4,85 ± 0,42	1,05 ± 0,25	8,30 ± 0,84	78,75
larvas de <i>Lagria villosa</i> (Coleoptera)	0,10 ± 0,07	1,95 ± 0,38	0,40 ± 0,17	3,20 ± 0,58	50,00
larvas de Scarabaeidae (Coleoptera)	0,10 ± 0,10	0,20 ± 0,16	0,40 ± 0,30	1,20 ± 0,72	13,75
larvas de Staphylinidae (Coleoptera)	0,55 ± 0,21	3,30 ± 0,52	0,50 ± 0,17	5,80 ± 0,72	65,00
Entomobryidae (Collembola)	0,10 ± 0,07	1,55 ± 0,44	0,10 ± 0,07	1,85 ± 0,32	75,00

* Frequência (%) = (número de amostras com a espécie / número total de amostras) x 100

Tabela 3. Espécies de artrópodes selecionadas pelo STEPWISE com procedimento STEPDISC do SAS a serem incluídas na análise de variáveis canônicas obtendo-se a máxima discriminação entre os tratamentos (Coimbra - MG, 2005).

Passos	Variáveis		R ² parcial	Test F – da análise de covariância		Correlação quadrada parcial	
	Adicionadas	Retiradas		F	P	Média da correlação canônica quadrada	p
1	larvas de Chrysomelidae	-	0,6732	52,17	<0,0001	0,224	<0,0001
2	Galumnidae	-	0,4256	18,52	<0,0001	0,274	<0,0001
3	larvas de Staphylinidae	-	0,5959	36,37	<0,0001	0,312	<0,0001
4	Entomobryidae	-	0,1638	4,77	0,0043	0,322	<0,0001
5	<i>Isotoma</i> sp.	-	0,1929	5,73	0,0014	0,336	<0,0001
6	Parasitidae	-	0,1593	4,48	0,0061	0,385	<0,0001
7	<i>Hypogastrura</i> sp.	-	0,1027	2,67	0,0542	0,408	<0,0001
8	<i>Solenopsis</i> sp.	-	0,0838	2,10	0,1077	0,431	<0,0001

Tabela 4. Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos aos efeitos dos herbicidas em artrópodes do solo coletados em dois sistemas de plantio: convencional e plantio direto (Coimbra - MG, 2005).

Variáveis (espécies de artrópodes)	Eixos canônicos	
	1	2
<i>Hypoaspis</i> sp.	0,180	-0,082
Galumnidae	0,444	-0,060
Parasitidae	-0,008	0,065
<i>Hypogastrura</i> sp.	0,021	0,054
<i>Solenopsis</i> sp.	0,005	0,059
larvas de Chrysomelidae	0,283	-0,108
larvas de Staphylinidae	0,444	-0,264
Entomobryidae	0,334	-0,010
F	17,21	2,09
gl (numerador; denominador)	24/189,1	14/132
P	<0,0001	0,0163
Correlação canônica parcial	0,976	0,993

*Significância a 5% pelo teste de F.

O diagrama mostrou diferenças significativas no conjunto de artrópodes encontrados nos diferentes sistemas de cultivo. Segundo MacLaughlin e Mineau (1995) e Andersen (1999), invertebrados do solo são afetados pelo sistema de plantio utilizado. A aplicação dos herbicidas afetou o conjunto de artrópodes associados ao feijoeiro em ambos os sistemas de cultivo utilizados (Figura 2). Alguns trabalhos têm evidenciado propriedades inseticidas para alguns herbicidas, como Soares et al. (1995). Estes autores observaram redução na população dos predadores *Cycloneda sanguinea* e *Doru lineare* após a aplicação dos herbicidas MSMA e fluazyfop-p-butyl. Também Pereira et al. (2004) observaram redução nas populações de ácaros e formigas do solo, após a aplicação da mistura dos herbicidas nicosulfuron + atrazine na cultura do milho.

A análise de medida repetida mostrou que os sistemas de plantio afetaram todas as espécies estudadas: *Hypoaspis* sp. (F = 31,67; P = 0,0014), espécie de Galumnidae (F = 11,16; P = 0,01), de Parasitidae (F = 22,16; P = 0,0022), *Hypogastrura* sp. (F = 12,10; P = 0,01), *Solenopsis* sp. (F = 17,16; P = 0,02), larvas de Chrysomelidae (F = 13,00; P = 0,02), larvas de Staphylinidae (F = 7,22; P < 0,001), e espécie de Entomobryidae (F = 10,00; P = 0,02). Também, os herbicidas, com exceção *Solenopsis* sp. afetaram todas as espécies estudadas: *Hypoaspis* sp. (F = 21,67; P < 0,001), espécie de Galumnidae (F = 13,11; P = 0,02), de Parasitidae (F = 12,14; P = 0,017), *Hypogastrura* sp. (F = 7,21; P = 0,002), larvas de Chrysomelidae (F = 8,70; P = 0,02), larvas de Staphylinidae (F = 11,33; P = 0,03) e espécie de Entomobryidae (F = 3,14; P = 0,0007). As datas de amostragens afetaram *Hypoaspis* sp. (F = 4,25; P < 0,001) e *Solenopsis* sp. (F = 5,03; P = 0,03). Para as interações entre tratamentos x datas de amostragem, resultados significativos foram encontrados em *Hypoaspis* sp. (F = 1,47; P < 0,001 e F = 2,15; P = 0,008, respectivamente) e *Solenopsis* sp. (F = 3,17; P = 0,03 e F = 1,02; P = 0,02, respectivamente). A variação significativa da densidade média das espécies *Hypoaspis* sp. e *Solenopsis* sp. ao longo das datas de avaliação nos tratamentos estudados (figura 3) pode estar correlacionada com os fatores climatológicos (figura 1). Observa-se que estas espécies reduziram suas densidades médias com o aumento dos índices pluviométricos observados no final do experimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Sanders e Gordon (2004) que observaram reduções nas densidades de várias espécies de Formicidae, em anos agrícolas com maiores volumes de chuvas. Segundo esses autores este fato pode estar correlacionado com o aumento do número de colônias alagadas, principalmente aquelas mais novas, as quais são mais susceptíveis ao inundações.

As espécies que mais contribuíram para a significância dos eixos canônicos apresentaram maior densidade média no sistema de plantio direto comparado ao sistema de plantio convencional em praticamente todas as datas avaliadas (Figura 3). Clark et al. (1997) mostraram que a densidade de carabídeos, formigas e aranhas aumenta com práticas agrícolas que reduzem a movimentação do solo. Este fato pode estar relacionado com os fatores abióticos

do solo, como o aumento da umidade, incremento dos teores de matéria orgânica e diminuição das temperaturas máximas do solo (Salton & Mielniczuk, 1995). Estes são fatores que contribuem para um incremento da riqueza e densidade de espécimes de artrópodes do solo (Phillips & Cobb, 2005).

No sistema de cultivo convencional, o uso da mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil + fomesafen provocou redução na abundância de *Hypoaspis* sp., Galumnidae, Parasitidae, larvas de Staphylinidae, até aos 42 dias após a aplicação. *Hypogastrura* sp., larvas de Chrysomelidae e Entomobryidae sofreram reduções iniciais, mas logo aos 8 dias após a aplicação dos herbicidas as populações já retornaram à condição de equilíbrio (Figura 3). No sistema de plantio direto a aplicação dos herbicidas contribuíram para a redução da abundância de Galumnidae, Parasitidae, *Hypogastrura* sp., larvas de Staphylinidae e Entomobryidae até aos 42 dias após a aplicação, enquanto a redução em *Hypoaspis* sp. e larvas de Chrysomelidae foi observada até os 21 dias após a aplicação. A Formicidae *Solenopsis* sp. não foi influenciada pelos herbicidas em ambos os sistemas de cultivo (Figura 3).

Possíveis causas da agressividade dos herbicidas sobre as populações de artrópodes do solo podem estar relacionadas tanto à molécula do fluazifop-p-butil quanto a do herbicida fomesafen. O fluazifop-p-butil é um potente inibidor da síntese de acetil coenzima A carboxilase (ACCCase) (Thill, 2003), está presente também no metabolismo de artrópodes. Também o fomesafen pode ser tóxico aos artrópodes devido ao seu mecanismo de ação, o qual atua inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (protox), fazendo com que haja acúmulo de protoporfirina em células tratadas com este herbicida. A protoporfirina é produzida pela via biosintética do ferro, a qual é vital para a maioria dos animais (Walker et al., 2001). Entretanto, em grandes quantidades ela passa a interagir com o oxigênio para produção de formas reativas e, conseqüentemente, peroxidação dos lipídeos e morte celular (Weller, 2003).

Outro fator que pode ter acarretado a redução na frequência de coleta dos artrópodes do solo resultante da aplicação dos herbicidas nos dois sistemas de cultivo pode estar relacionado com a redução da comunidade de plantas daninhas presentes em cada sistema, das quais muito destes artrópodes, utilizam tanto para

alimentação como para abrigo. (Smith e McSorley, 2000; Araújo et al., 2004). Segundo Strong et al. (1984) 45% das espécies de artrópodes utilizam as plantas como fonte de alimentação, seja pela sucção direta da seiva no caso dos insetos fitófagos ou pela decomposição de restos vegetais realizados pelos artrópodes detritívoros. Muitos destes artrópodes alimentam-se exclusivamente de plantas daninhas, podendo ter sua sobrevivência comprometida pelo controle dessas plantas invasoras através da aplicação de herbicidas, contribuindo desta forma para o desequilíbrio da entomofauna, ocasionando possíveis problemas com insetos-praga (Capinera, 2005).

A mortalidade observada até aos 42 dias após a aplicação da mistura dos herbicidas, das espécies *Hypoaspis* sp., de Galumnidae, de Parasitidae, larvas de Staphylinidae no sistema de plantio convencional e de Galumnidae, Parasitidae, *Hypogastrura* sp., larvas de Staphylinidae e Entomobryidae no sistema de plantio direto pode estar relacionada com a persistência dos resíduos dos herbicidas fluazifop-p-butyl e fomesafen nos solos. Estudos realizados demonstraram que o herbicida fluazifop-p-butyl é altamente adsorvido nas partículas coloidais da argila podendo ser encontrado até a 15 cm de profundidade no solo, sendo que sua meia-vida, dependendo da temperatura e da umidade, varia de uma e duas semanas. (Gessa et al., 1987; WSSA, 1994; Kulshrestha et al., 1995). Com relação à persistência dos resíduos de fomesafen, estudos têm demonstrado que este produto em condições aeróbicas, possui uma meia vida que alcança de 6 a mais de 12 meses dependendo do tipo de solo (Weber, 1993).

Frente as atuais preocupações globais sobre a preservação da diversidade biológica e a implementação de estratégias agrícolas ecologicamente sustentáveis, o impacto observado tanto dos sistemas de cultivo quanto dos herbicidas fomesafen + fluazifop sobre as comunidades de artrópodes do solo, pode representar uma importante ferramenta no manejo integrado de pragas o qual se baseia na adoção de um ou mais métodos de controle que seja eficiente, de menor custo e interferência no meio ambiente objetivando reduzir populações de organismos não benéficos nas lavouras a níveis aceitáveis observando os critérios econômico, social e ecológico.

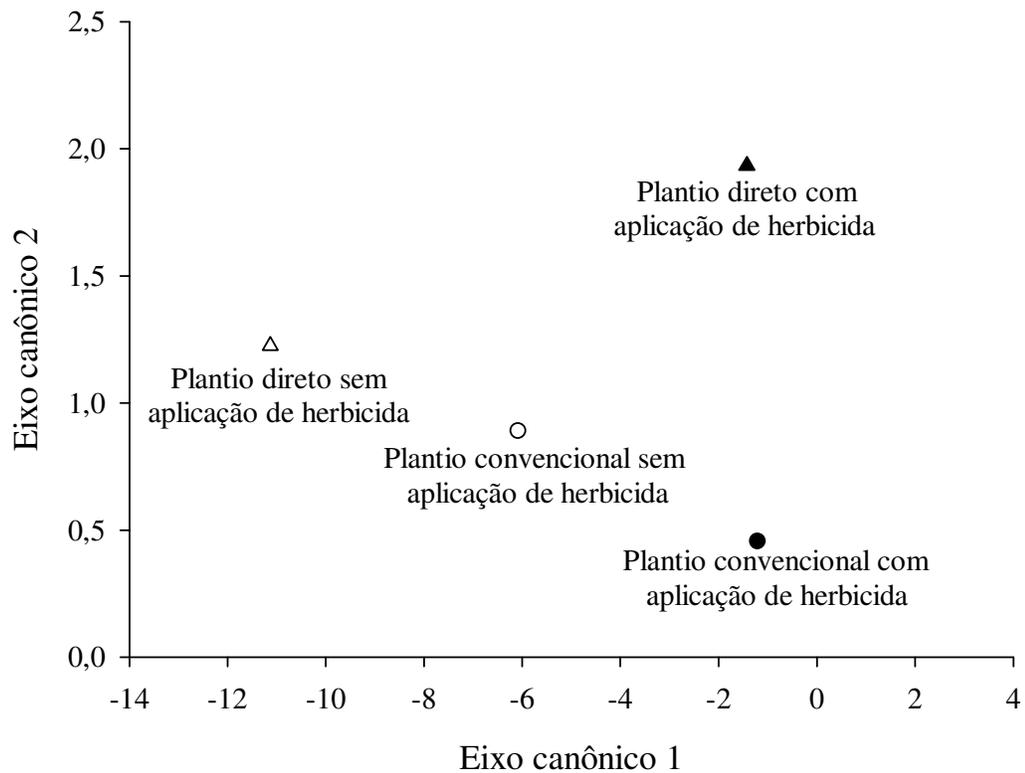


Figura 2. Digrama de Ordenação mostrando a discriminação nas parcelas com e sem aplicação de herbicida nos sistemas de plantio convencional e de plantio direto. Todos os tratamentos estudados diferiram entre si significativamente pelo teste F ($P < 0,05$), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes (Coimbra - MG, 2005).

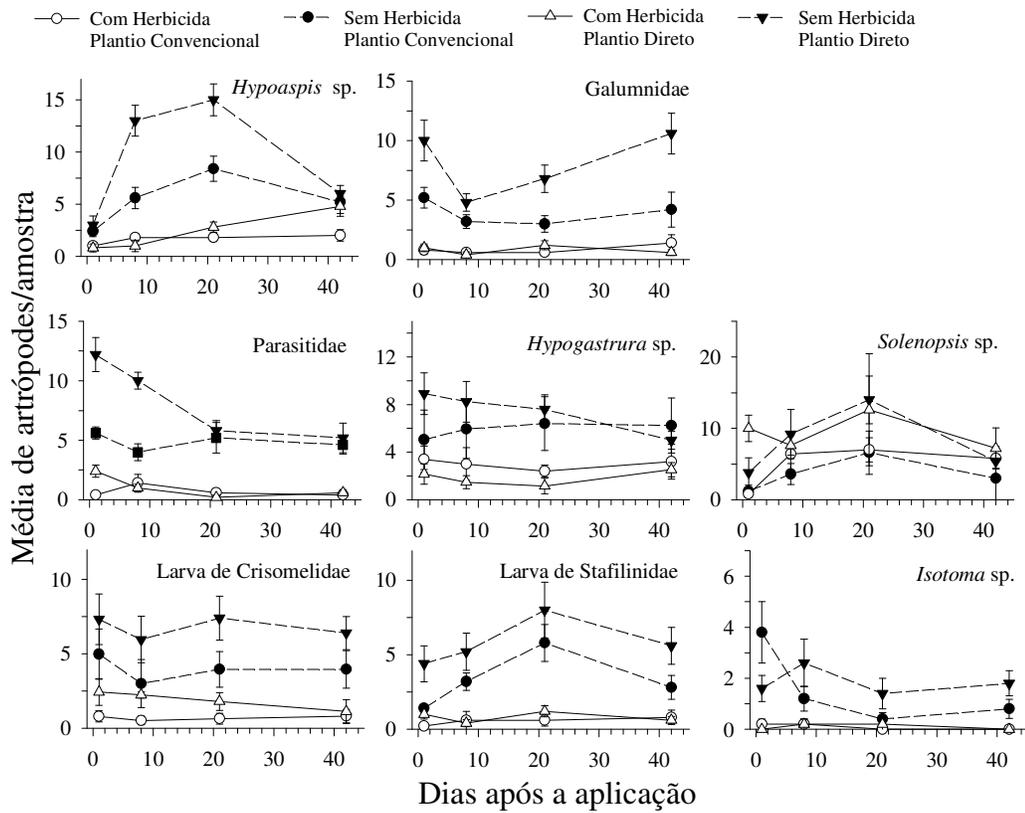


Figura 3. Abundância dos principais espécies de artrópodos do solo (média \pm EPM) coletados na cultura do feijão em parcelas sob dois sistemas de plantio, com e sem aplicação de herbicidas (Coimbra – MG, 2005).

6. LITERATURA CITADA:

ANDERSEN. A. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage, II, Pests and beneficial insects. **Crop Prot.** Oxford, v. 18, p. 651-657, 1999.

ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 36, p. 561-586, 1991.

ARAÚJO, R.A. et al. Impacto causado por deltametrina em coleópteros de superfície do solo associados à cultura do milho em sistemas de plantio direto e convencional. **Neotrop. Entomol.**, v. 33, n. 3, p. 379-385, 2004.

BELDEN. J.B.; LYDY, M.J. Impact of atrazine on organophosphate insecticide toxicity. **Environ. Toxicol. Chem.** v. 19, n. 9, p. 2266-2274, 2000.

CAPINERA, J.L. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. **Weed Sci.**, v. 53, p.892-901, 2005.

CIVIDANES, F.J. Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo. **Pesq. agropec. bras.**, v. 37, n. 1, p. 15-23, 2002.

CLARK, M.S.; GAGE, S.H.; SPENCE, J.R. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. **Environ. Entomol.**, Lanham, v. 26, p. 519-527, 1997.

CONAB. **Indicadores da agropecuária.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br>, Acesso em 31 de março de 2006.

CRUZ, I. et.al. Pragas da cultura do milho em condições de campo: Métodos de controle e manuseio de defensivos, **Circular Técnica 10** (Sete Lagoas, Minas Gerais: EMBRAPA/ CNPMS), 1986. 35p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**, 2 ed, Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GESSA, C. et al. Interaction of fluazifop-butyl with homoionic clays. **Soil Sci.**, v. 144, p. 420-424, 1987.

GILLER, K.E. et al. Agricultural intensification. soil biodiversity and ecosystem function. **Appl. Soil Ecol.**, v. 6, p. 3–16, 1997.

GREEN, R.H. Application of repeated measures designs in environmental impact and monitoring studies. **Aust. J. Ecol.**, v. 18, p. 81-98, 1993.

KULSHRESTHA, U.C. et al. Wet-only and bulk deposition studies at NewDelhi (India), **Water Air Soil Pollut.**, v. 85, p. 2137–2142, 1995.

LYMAN. W.J.; et al. Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington. DC: **Amer. Chem. Soc.**, p. 15-1 to 15-29 (1990).

MACLAUGHLIN. A.; MINEAU, P. The impact of agricultural practices on biodiversity. **Agricult. Ecosys. Environnt.**, v. 55, p. 210-212, 1995.

PEREIRA, J.L.; et al. Effects of herbicide and insecticide interaction on soil entomofauna under maize crop. **J. Environ. Sci. Health, Part B: Pestic., Food Contam., Agric. Wastes**, v. B40, n. 1, p. 43–52, 2004.

PHILLIPS, L.D.; COBB, T.P. Effects of habitat structure and lid transparency on pitfall catches. **Environ. Entomol.**, v.34, n.4, p. 875-882, 2005.

RAPASSI, R.M.A.; et al. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.62, p.397-404, 2003.

RISCH, S.J.; WRUBEL, R.; ANDOW, D.F. Foraging by a predaceous beetle, *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae), in a polyculture: effects of plant density and diversity. **Environ. Entomol.**, v.11, p.949-950, 1982,

ROBERTSON. L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON. G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid ecosystem in northeastern Australia. **Agricult. Ecosys. Environnt.**, v.48, p.149-156, 1994.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.19, n.2, p.313-319, 1995.

SANDERS, N.J., GORDON, D.H. The interactive effects of climate, life history, and interspecific neighbours on mortality in a population of seed harvester ants. **Ecol. Entomol.**, v.29, p.632-637, 2004.

SAS Institute, 2001. SAS user's guide: Statistics, version 8,2, 6th ed, SAS Institute, Cary, NC. Todd and Browde.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A. et al. **Controle de plantas daninhas**, Brasília: ABEAS, módulo 3, 2003, 260p.

SMITH, H.A.; MCSORLEY, R. Intercropping and pest management: a review of major concepts. **Am. Entomol.** v. 46, p.154-161. 2000.

SOARES, J.J.; BRAZ, B.A.; BUSOLI, A.C. Impacto de herbicidas sobre artrópodos benéficos associados ao algodoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 30, n. 9, p. 1135-1140, 1995.

STRONG, D. R., LAWTON, J.H.; SOUTHWOOD, R. **Insects on plants: Community patterns and mechanisms**. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1984, 330 p.

TILL, D. Lipid Biosynthesis Inhibitors. In: **Herbicide action course**, Purdue University: Indiana, 2003. p. 293-347.

WALKER, C.A. et al. **Principles of Ecotoxicology**, 2.ed, Taylor and Francis, London. 2001, 309p.

WARDLE, D.A; YEATES, G.W. The dual importance of competition and predation as regulating forces in terrestrial ecosystems: evidence from decomposer food webs. **Oecologia**, v. 93, p. 303-306, 1993.

WEBER, J.B. Ionization and sorption of Fomesafen and Atrazine by soils and soil constituents. **Pest. Sci.**, v.39, p. 31-38, 1993.

WELLER, S. Diquat, Paraquat, Diphenylethers and Oxidiazon – Uses and Mechanism of Action. In: **Herbicide action course**, Purdue University: Indiana, 2003. p. 185-224.

WSSA, 1994. **Herbicide handbook**, Weed Society of America, Champaign. Illinois, 352 p.

V – CONCLUSÕES

O plantio direto diminui o ataque de insetos-praga e propicia aumento das populações de predadores e de parasitóides no dossel do feijoeiro e de artrópodes detritívoros e predadores na superfície e no interior do solo.

O uso de cultivo anterior de milho destinado a produção de grãos não afeta a comunidade de artrópodes no dossel do feijoeiro e aumenta as populações de artrópodes detritívoros e predadores na superfície e no interior do solo.

A aplicação da mistura dos herbicidas fomesafen + fluazifop reduziu as populações de artrópodes no interior do solo na cultura do feijoeiro.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)