

MARIA LITA PADINHA CORRÊA

**CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO EM SISTEMAS DE PLANTIO
DIRETO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

MARIA LITA PADINHA CORRÊA

**CULTIVO ORGÂNICO DE MILHO EM SISTEMAS DE PLANTIO
DIRETO**

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

APROVADA: 9 de outubro de 2009.

Prof. Valterley Soares Rocha

Prof. Anastácia Fontanétti
(Co-orientadora)

Prof. Lino Roberto Ferreira

Prof. Maria Dalva Trivellato Barrantes

Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Orientador)

A DEUS, por me conceder força, saúde e sabedoria para buscar meus ideais; permitindo-me crescimento profissional e espiritual; e aos meus pais, **Maria Lúcia Padinha** e **Sebastião Corrêa**, pela compreensão, amor e lição de vida.

DEDICO

Vive de tal forma que deixes pegadas luminosas no caminho percorrido, como estrelas apontando o rumo da felicidade e não deixes ninguém afastar-se de ti sem que leve um traço de bondade, ou um sinal de paz da tua vida.

Joanna de Ângelis

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido o dom da vida e sua presença em todos os momentos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia.

Ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor João Carlos Cardoso Galvão, pela orientação, paciência, incentivo e amizade.

À professora Anastácia Fontanetti (UFSCAR), pela co-orientação, paciência, incentivo e amizade.

Ao professor Glauco Vieira Miranda, pela co-orientação na realização deste trabalho.

Ao professor Lino Roberto Ferreira, pela participação na banca de defesa e pelas importantes sugestões na redação da tese.

À professora Maria Dalva Trivellato (Cefet-RP), pela participação na banca de defesa e pelas importantes sugestões na redação final da tese.

Ao professor Valterley Soares Rocha, pela participação na banca de defesa e pelas importantes sugestões na redação final da tese.

Aos meus pais e irmãos, Ítalo, Thaís, Juliana e Rafael, pelo apoio, carinho e incentivo para realização do curso.

Ao meu namorado, Marcel Andrade, e a seus familiares, pela companhia, carinho, incentivo e amizade.

A todos os familiares e amigos de Belém-PA, pela amizade e incentivo;

Às minhas avós Maria Lita Coelho e Júlia Serrão, in memoriam.

Às amigas Anastácia, Lucimar, Luciana, Rosiane pelos agradáveis momentos.

Aos amigos da equipe “Milho Orgânico”, Manoel, Patrícia e Orismário, pela oportuna ajuda na condução dos experimentos, pela amizade e pelo agradável convívio.

Ao técnico agrícola do Programa Milho José Roberto Assis, pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade.

Aos funcionários do setor de Agronomia Vale e da Estação Experimental de Coimbra-UFV, pela ajuda e pelo apoio, sem os quais este trabalho não seria realizado.

Aos estagiários Rodrigo, Paulo, João Paulo e Thiago, pela cooperação nos trabalhos de campo.

Ao corpo docente do Departamento de Fitotecnia da UFV, pelos ensinamentos transmitidos e pela contribuição para a minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
 Capítulo 1.....	 7
DINÂMICA POPULACIONAL DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO E TRADICIONAL.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4. CONCLUSÕES.....	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
 Capítulo 2.....	 38
INTERFERÊNCIA DO FEIJÃO-DE-PORCO NA DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS NO CULTIVO DO MILHO ORGÂNICO EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO.....	38
1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4. CONCLUSÕES.....	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
 Capítulo 3.....	 66
DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO NOS SISTEMAS ORGÂNICO E TRADICIONAL EM PLANTIO DIRETO.....	66
1. INTRODUÇÃO.....	66
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
4. CONCLUSÕES.....	86
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
 Capítulo 4.....	 91
ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO EM SISTEMAS CONTÍNUOS DE MILHO ORGÂNICO E CONVENCIONAL.....	91
1. INTRODUÇÃO.....	91

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	96
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	100
4. CONCLUSÕES.....	106
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
ANEXO 1 – HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL	114

RESUMO

CORRÊA, Maria Lita Padinha, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2009. **Cultivo orgânico de milho em sistemas de plantio direto**. Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. Co-orientadores: Anastácia Fontanétti e Glauco Vieira Miranda.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os sistemas de plantio direto no cultivo do milho orgânico por meio dos indicadores microbiológicos do solo, do desempenho agrônômico do milho e da dinâmica de plantas daninhas. O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Coimbra, localizada no município de Coimbra-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. O sistema de plantio direto foi adotado na área entre os anos de 2003 e 2006. No ano 2007 a área foi arada e gradeada. Nos anos em sucessão (2008 e 2009) retornou-se ao sistema de plantio direto. Os tratamentos foram constituídos pelos sistemas de plantio direto definidos como: PDT1 (plantio direto tradicional sem adubação + herbicidas); PDT2 (plantio direto tradicional com adubação mineral na dose de 300 kg ha⁻¹ do formulado 8-28+16 + 100 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura + herbicidas); PDT3 (plantio direto tradicional adubado com composto orgânico, na dose de 40 m³ ha⁻¹ + herbicida); PDO1 (plantio direto orgânico adubado com composto orgânico, na dose de 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PDO2 (plantio direto orgânico adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear e roçada); PDO3 (plantio direto orgânico 4 adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear e roçada). A dinâmica das plantas daninhas foi representada através da importância relativa e da similaridade entre as populações. Nos anos agrícolas 2003/04 a 2008/09 foram avaliados os tratamentos PDT1, PDT2, PDT3 e PDO1; e nos anos agrícolas de 2005/06 a 2008/09, contendo os tratamentos PDT1, PDO1, PDO2 e PDO3. Foi avaliado o desempenho agrônômico do milho entre os anos agrícolas 2006/07 a 2008/09, através de contrastes ortogonais entre as médias das variáveis avaliadas nos diferentes sistemas, e os dados obtidos foram analisados pelo teste "F" a 5% de probabilidade. No ano agrícola 2007/2008, foi feita a avaliação dos indicadores

microbiológicos do solo. Os principais resultados foram: as espécies *Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus* foram as que apresentaram as maiores taxas de importância relativa; a aração e gradagem realizada após quatro anos de semeadura direta estimularam a emergência das espécies *Ipomoea grandifolia* e *Cynodon dactylon*; a aplicação de herbicida ou a roçada proporcionaram maior alteração no estabelecimento da comunidade de plantas daninhas do que o tipo de adubação utilizada; o consórcio milho com seis plantas de feijão-de-porco proporcionou maiores diferenças na composição da comunidade de plantas daninhas, em relação aos demais sistemas e proporcionou a redução na importância relativa das espécies *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria sp*; o plantio convencional (aração e gradagem) intermediário proporcionou reduções do índice de importância relativa das espécies *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis*, no entanto aumentou a importância relativa da espécie *Ipomoea grandifolia* em todos os tratamentos; o consórcio do feijão-de-porco com o milho, na densidade de seis plantas por metro linear, proporcionou incremento na produtividade de grãos; o consórcio milho e feijão-de-porco foi eficiente entre os sistemas orgânicos para reduzir a massa seca das plantas daninhas; o prolongamento do ciclo da leguminosa proporcionou aumento da matéria seca no sistema. Na avaliação dos indicadores microbiológicos do solo, verificou-se que o C-microbiano do solo não foi bom indicador da sua qualidade, que os valores das atividades das enzimas foram superiores nos solos em manejo orgânico, indicando-as como indicadoras do potencial da funcionalidade dos sistemas e que a maior atividade microbiológica, maior taxa de FDA (hidrólise do diacetato de fluoresceína), foi do sistema orgânico, fato atribuído ao teor de matéria orgânica no solo.

ABSTRACT

CORRÊA, Maria Lita Padinha, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October 2009. **Organic cultivation of corn in no-tillage systems**. Advisor: João Carlos Cardoso Galvão. Co-advisors: Anastasia Fontanetti and Glauco Vieira Miranda.

The objective of this study was to evaluate the no-till systems in organic maize cultivation through the soil microbiological indicators, agronomic performance of maize and weed dynamics. The experiment was conducted at the Experimental Station of Coimbra, located in the city of Coimbra, Minas Gerais State, belonging to the Federal University of Viçosa. The no-tillage system was adopted in the area between the years 2003 and 2006. In 2007 the area was plowed and separated by a railing. In the years in succession (2008 and 2009) it was returned to the no-till system. The treatments consisted of no-till systems defined as: PDT1 (traditional tillage without fertilization + herbicide); PDT2 (traditional tillage with mineral fertilizer at a dose of 300 kg ha⁻¹ of 8-28+16 + 100 kg ha⁻¹ urea coverage + herbicides); PDT3 (traditional tillage fertilized with organic compound at a dose of 40 m³ ha⁻¹ + herbicide); PDO1 (tillage fertilized with organic compound, at a dose of 40 m³ ha⁻¹ + mowing); PDO2 (tillage 4 fertilized with organic compound, 40 m³ ha⁻¹ + jack bean at a density of 3 plants per meter and mowing); PDO3 (tillage 4 fertilized with organic compost, 40 m³ ha⁻¹ + jack bean at a density of 6 plants per meter and mowing). The dynamics of weeds was represented by the relative importance and the similarity between the populations. In the agricultural years 2003/04 to 2008/09 the treatments evaluated were PDT1, PDT2, PDT3 and PDO1, and the agricultural years 2005/06 to 2008/09, containing PDT1, pdo1, PDO2 and PDO3 treatments. It was evaluated the agronomic performance of maize between the agricultural years 2006/07 to 2008/09, through orthogonal contrasts between the means of variables in different systems and data were analyzed using the F test at 5% probability. In the 2007/2008 agricultural year the assessment of microbiological indicators of soil was performed. The main results were as follows: *Artemisia verlotorum* and *Cyperus rotundus* showed the highest rates of relative importance; the plowing and harrowing after four years of tillage stimulated the emergence of the species *Ipomoea grandifolia* e *Cynodon*

dactylon; the application of herbicides or mowing provided greater changes in the establishment of the weed community than the type of fertilizer used; the intercropping corn with six jack bean resulted in higher differences in the composition of the weed community in relation to other systems and provided reduction in the relative importance of the species *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria sp*; the intermediate conventional tillage (plowing and harrowing) provided reductions in the relative importance index of the species *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis*, however increased the relative importance of the species *Ipomoea grandifolia* in all treatments; the intercropping jack bean with maize on a density of six plants per meter provided an increase in grain yield; the intercropping corn and jack bean was effective among the organic systems to reduce the dry mass of weeds; the extension of the cycle of legume increased the dry matter in the system. In the assessment of microbial indicators of soil it was found that the soil C-microbial was not a good indicator of the quality, that the values of enzyme activities were higher in soils with organic management evincing them as indicators of functionality potential of the systems and that the higher microbial activity and higher rate of FDA (fluorescein diacetate hydrolysis) was the organic system, which was attributed to organic matter content in soil.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A preservação e a conservação dos recursos naturais têm motivado os estudos para o desenvolvimento de novas tecnologias e implementação de sistemas agrícolas com enfoque ecológico, rentável e socialmente justo. Neste sentido, surge o interesse pela agricultura orgânica que se orienta para o uso sustentável da água, solo, fauna, flora, energia e minerais.

No Brasil, a produção de orgânicos teve grande impulso nos últimos anos tornando-se o terceiro maior país com áreas destinadas à plantação de orgânicos com total de 1,8 milhões de hectares (Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica). Estima-se que a taxa de crescimento desses produtos gire em torno de 30% ao ano e que aproximadamente 75% da produção nacional de orgânicos seja exportada para países da Europa, Estados Unidos e Japão (LIU, 2007).

Os principais alimentos orgânicos produzidos no Brasil são representados pela soja, hortaliças, café, cana-de-açúcar e palmito. Porém, observa-se uma gama de produtos com grande potencial de serem explorados, entre eles o milho, que é intensamente utilizado na alimentação humana e animal. Na alimentação humana, é consumido na forma de fubá, farinha, canjica e amido, bem como milho verde e milho de pipoca, entre outros produtos. Na alimentação animal, o milho orgânico é fornecido como grão diretamente ou faz parte da composição de rações destinadas, principalmente, a aves e suínos orgânicos, sendo esta uma atividade em franca expansão (MACHADO & MACHADO, 2004).

A cultura do milho orgânico poderá, a médio e longo prazo, atingir tanto o mercado nacional quanto internacional de produtos orgânicos certificados. Para isto tornar-se realidade, há a necessidade de maior produção de milho no sistema orgânico com a conversão de médias e até de grandes propriedades para este sistema produtivo.

De acordo com Neves et al. (2008), a produção orgânica tem por objetivos a sustentabilidade, a proteção do meio ambiente, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável e a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis.

Dentre as alternativas econômicas e ambientais para a produção de milho orgânico, o sistema de plantio direto apresenta-se promissor, uma vez que propicia a sustentabilidade, influenciando atributos químicos, físicos e biológicos do solo, com reflexos positivos na recuperação e, ou manutenção da fertilidade e no aumento do potencial produtivo, bem como no controle de plantas daninhas.

Segundo Ceretta et al. (2002), o sucesso do plantio direto depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano. Estudos realizados por Cruz et al. (2006) indicam que a quantidade da matéria seca não pode ser inferior a 2,0 toneladas por hectare. Conforme Alvarenga et al. (2001) e Nunes et al. (2006), 6 t ha⁻¹ de matéria seca na superfície são a quantidade necessária para obter boa cobertura do solo.

Para estudar os benefícios proporcionados pelo sistema de plantio direto no cultivo orgânico de milho, é de suma importância o acompanhamento ao longo dos anos para verificar os impactos dos diferentes manejos no sistema, assim como na qualidade e produtividade da cultura orgânica.

Alguns estudos revelaram que as plantas daninhas podem proporcionar reduções de até 85 % na produção de grãos de milho (CARVALHO et al., 2007). Outros verificaram que as plantas de cobertura podem reduzir a densidade de plantas daninhas, melhorando o desempenho da cultura (BRAZ et al., 2006; MORAES et al., 2009).

Na tentativa de verificar a sustentabilidade dos sistemas de plantio direto do milho orgânico, alguns parâmetros devem ser estudados, entre eles a dinâmica e o manejo de plantas daninhas, o desenvolvimento das plantas de cobertura, a produtividade do milho e a atividade microbiológica do solo.

2. HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Ensaio de longa duração são importantes para definição de atributos estáveis relacionados à sustentabilidade agrícola, bem como para avaliação do efeito de diferentes manejos do solo e das culturas nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Para este estudo, utilizou-se a área de um experimento permanente, localizada na Estação Experimental de Coimbra, município de Coimbra-MG, que pertence à Universidade Federal de Viçosa. Desde 1984, o experimento é instalado sempre na mesma área, com parcelas fixas, para testar as hipóteses de que o composto orgânico aplicado continuamente na cultura do milho modifica os teores foliares de nutrientes, influencia as características químicas e físicas do solo e aumenta o rendimento de grãos de milho (GALVÃO, 1995; MAIA e CANTARUTTI, 2004). Os tratamentos mantidos na área são: nível 1 de adubação mineral, 250 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 no plantio e mais 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio em cobertura; nível 2 de adubação mineral, 500 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8 no plantio e mais 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio em cobertura; adubação orgânica, 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico no plantio, que, dependendo da sua densidade, atinge entre 10 e 15 t de matéria seca ha⁻¹ ano⁻¹; e uma testemunha sem adubação.

Inicialmente o preparo do solo para plantio do milho era realizado com uma aração e duas gradagens, e o composto orgânico era aplicado no sulco de plantio.

A primeira avaliação foi realizada sete anos após o início do experimento. Os resultados evidenciaram que o composto orgânico elevou os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e manteve o pH do solo em níveis satisfatórios, tendo o incremento nos teores de P sido de aproximadamente quatro vezes em relação à testemunha (sem adubação) e o de K, de 2,4 vezes maior. Verificou-se que os teores foliares de nitrogênio (3,00 dag kg⁻¹), fósforo (0,24 dag kg⁻¹) e potássio (1,94 dag kg⁻¹) no milho adubado com composto orgânico foram considerados adequados para a cultura, proporcionando produtividade média de grãos de 5 t ha⁻¹ (GALVÃO, 1995). Quatorze anos após o início do experimento, Maia e Cantarutti (2004) observaram aumento dos teores

de C total e C lábil no solo e, conseqüentemente, aumento médio de 41% da CTC total nas parcelas que receberam o composto orgânico, com tendência de diminuição da CTC nas parcelas que receberam adubação mineral. Verificaram também aumento de 44% de N-total na camada de 0 - 10 cm do solo nas parcelas que receberam composto orgânico, enquanto a aplicação da adubação mineral durante os 14 anos pouco alterou o teor de N-total do solo. No tratamento com adubação orgânica, cerca de 3,1% do N-total estava na forma lábil, ou seja, mineralizável, contra 2,8 % no tratamento com adubação mineral.

A produtividade de grãos de milho se reduziu na testemunha e nas parcelas do nível 1 de adubação mineral. No nível 2 de adubação mineral, a produtividade manteve-se estável, com o potencial produtivo em torno de $6,5 \text{ t ha}^{-1}$. Com uso de composto orgânico, a tendência da produtividade do milho foi sempre ascendente, atingindo patamar em torno de $8,0 \text{ t ha}^{-1}$. Esses resultados permitiram aos autores concluir que a aplicação de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de composto orgânico diretamente no sulco de plantio garante a manutenção da fertilidade do solo e da produção do milho orgânico (GALVÃO, 1995; SILVA et al., 1998; BASTOS, 1999; MAIA, 1999).

Em 2003, na mesma área experimental, foi adotado o sistema de plantio direto, utilizando-se como planta de cobertura a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). O tratamento plantio direto de milho orgânico foi implantado nas parcelas experimentais que receberam composto orgânico ao longo dos anos e o tratamento plantio direto convencional, nas parcelas com os níveis 1 e 2 de adubo mineral. A partir desse ano, o composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) passou a ser aplicado em superfície, ao lado da linha de plantio, após a emergência do milho. A primeira avaliação da produção de milho no sistema de plantio direto foi realizada por Vaz de Melo (2004), que verificou produtividade de $7,2 \text{ t ha}^{-1}$ de espigas de milho-verde sem palha no sistema de plantio direto orgânico, sendo essa produtividade equivalente ao verificado no sistema de plantio direto convencional.

Três anos após a implantação do sistema de plantio direto, as propriedades químicas do solo apresentaram mudanças, mesmo no pouco tempo de adoção do sistema. Houve aumento nos teores de Ca e Mg em ambos os tipos de adubações (orgânica e mineral), principalmente nas camadas superficiais, e o uso contínuo de composto orgânico proporcionou incrementos nos sistemas de plantio direto orgânico. O P sofreu alteração somente nos cultivos orgânicos,

aumentando seu teor, principalmente na camada superficial em decorrência da sua baixa mobilidade. Os teores de K se reduziram nos sistemas orgânicos, contudo os teores foram superiores ao cultivo convencional em até 1,8 vezes.

Nas safras de 2004/2005 e 2005/2006, os experimentos foram conduzidos por Fontanetti (2008). A autora verificou que no segundo ano de plantio direto houve redução do rendimento de grãos de milho no sistema plantio direto orgânico ($4,59 \text{ t ha}^{-1}$), aferindo a acentuada queda de produtividade, principalmente, a competição do milho com as plantas daninhas (FONTANETTI, 2008).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.

BASTOS, C. S. *Sistemas de adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais*. 1999. 117 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

BRAZ, A. J. B. P. et al. Emergência de plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura do solo. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 621-628, 2006.

CARVALHO, L. B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 293-301, 2007.

CERETTA, C. A. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, p. 163-171, 2002.

CRUZ, J. C. et al. **Produção de milho orgânico na agricultura Familiar**. Embrapa sete Lagoas-MG. (Circular técnica, 81). 17 pg. 2006.

FONTANETTI, A. *Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho*. 2008. 84 f. Tese (doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

FONTANETTI, A. et al. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe agropecuário**, v.27, n.233, p.127-136, 2006.

GALVÃO, J. C. C. *Característica física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânicas e mineral*

contínuas. 1995. 194 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

LIU, M. **Orgânicos em alta**. Notícias. Disponível em: www.fispaal.com.br. Acessada em 28 de Outubro de 2007.

MACHADO C. T. de T; MACHADO A. T. **Produção de milho orgânico I: perspectivas e práticas agronômicas**. <www.planetaorganico.com.br> Acesso em 15 de julho 2004.

MAIA, C.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Agriambi: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 39-44, jan./abr. 2004.

MORAES, P.V.D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta daninha**, v.27, n.2, p. 289-296, 2009.

NEVES, M. C. P. et al. **Agricultura Orgânica - Expandindo o Conhecimento**. Disponível em: www.brasilbio.com.br/en/index.php?x=fnoticias&id=48eb59bf366e2 Acessada em junho de 2008.

NUNES, U. R. et al. Covering crops straw production and common bean productivity in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

SILVA, E. C. et al. Produtividade do milho após 13 anos de aplicações contínuas de adubações orgânica e mineral. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8., 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, UFV, 1998. 321 p.

VAZ de MELO, A. *Sistema de plantio direto para milho-verde*. 2004. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

Capítulo 1

DINÂMICA POPULACIONAL DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO E TRADICIONAL

1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica, normalmente, realiza intensivos preparos do solo (aração e gradagem) no sistema convencional. A intensidade do preparo leva a questionamentos sobre a sustentabilidade do sistema e a qualidade do solo em razão de proporcionar perdas tanto do solo como de nutrientes, além da sua compactação, adensamento e diminuição da matéria orgânica. O cultivo orgânico em sistema plantio direto é uma alternativa viável de manejo do solo, pois possibilita a manutenção dos restos culturais, proporcionando, além de outros benefícios, o aumento da matéria orgânica.

O sistema de plantio direto consolidou-se como tecnologia conservacionista largamente aceita entre os agricultores, havendo sistemas adaptados a diferentes regiões e diferentes níveis tecnológicos (CRUZ et al., 2006).

Entre as principais diferenças da produção orgânica e convencional sob sistema de plantio direto estão: a adubação, que no sistema convencional é através de adubos químicos e no sistema orgânico são utilizados adubos orgânicos; controle de pragas e doenças, que no convencional é feito com produtos químicos e no orgânico é feito de forma alternativa e natural: e no controle das plantas daninhas, que no sistema convencional é realizado com uso de herbicidas e no sistema orgânico é realizado com métodos mecânico e cultural (roçada e capina) (DAROLT & SKORA NETO, 2003).

Entretanto, existem dificuldades na implantação do sistema plantio direto orgânico referente ao controle das plantas daninhas e da cultura de cobertura, pois não há dessecantes recomendados para a agricultura orgânica, e os herbicidas de pós-emergência também são proibidos. Assim, no controle da plantas daninhas, é essencial que haja cultivos na entressafra de culturas formadoras de palhada.

De acordo com Fontanetti et al. (2006), o manejo das plantas daninhas no cultivo orgânico em sistema de plantio direto é, sem dúvida, o principal entrave

técnico na atualidade e um dos principais motivos da recusa do sistema plantio direto pelos produtores orgânicos.

Na cultura do milho, as plantas daninhas podem se tornar um grande problema, e sua interferência no rendimento de grãos varia de acordo com o grau de competição entre elas, o que dependerá do tipo de comunidade infestante, das características da cultura, das condições edafoclimáticas e do período de convivência. Esses fatores devem ser manejados para que a interferência das plantas daninhas na cultura seja minimizada, assim tornando possível o cultivo do milho no plantio direto orgânico (KOSLOWSKI, 2002; CHIOVATO et al., 2007). Estima-se que, em áreas com controle, as perdas na produtividade de grãos de milho sejam na ordem de 13%, no entanto em áreas sem medidas de controle a redução é de até 85% (CARVALHO et al., 2007).

Na cultura do milho orgânico em plantio direto, o controle de plantas daninhas é feito de forma alternativa. É comum realizar-se o manejo das infestantes utilizando roçadeira motorizada. Nesse caso, apenas a parte aérea das plantas daninhas é eliminada, permanecendo no solo o sistema radicular e estruturas como os rizomas, estolão e tubérculos, que restabelecem rapidamente o crescimento, voltando a competir com a cultura pelos fatores de produção (FONTANETT, 2008). A roçada também pode privilegiar o estabelecimento de espécies que possuam elevada capacidade de rebrota como a *Bidens pilosa* (VAZ de MELO, 2004).

O não revolvimento do solo, a utilização da palha como cobertura do solo, a rotação de culturas e o incremento no uso de herbicidas dessecantes são práticas utilizadas no plantio direto tradicional e que têm interferido na dinâmica populacional da flora infestante. A não-incorporação dos materiais vegetais presentes na superfície do solo provoca alterações na dinâmica do banco de sementes das plantas daninhas influenciando a dormência, a germinação e a ação dos microrganismos sob as plantas infestantes (ALMEIDA, 1991; THEISEN & VIDAL, 1999; SILVA et al., 2005). Outro aspecto importante da palhada é a possibilidade de liberação de substâncias alelopáticas, que podem prejudicar ou favorecer a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas.

A cobertura morta ainda dificulta a emergência de várias espécies daninhas devido ao efeito físico gerado pelo acúmulo de biomassa na superfície do solo, formando uma barreira que diminui a incidência de luz sobre a superfície do solo.

Contudo, o sucesso no controle das plantas daninhas com a utilização de palha depende da espécie de planta daninha, da época de manejo e da qualidade e quantidade da palhada (FAVERO et al., 2001; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001; HATCHER & MELANDER, 2003; MATEUS, 2004; VIDAL & TREZZI, 2004).

O conhecimento da dinâmica e da interferência das plantas daninhas é pressuposto fundamental para a tomada de decisão quanto ao tipo e à época de manejo. A dinâmica populacional refere-se a mudanças na composição da comunidade infestante no tempo, considerando o número e a dominância relativa de cada espécie no agroecossistema. A heterogeneidade da comunidade de plantas daninhas é definida pela variabilidade relativa das espécies no agroecossistema (KREBS, 1985; CARDINA et al., 1995; JAKELAITES et al., 2003a). No cultivo orgânico, o conhecimento dessas interações é ainda mais importante. A constante avaliação e a validação das técnicas de manejo das plantas daninhas são imprescindíveis (FONTES & SHIRATSUCHI, 2003).

A comparação entre populações de plantas daninhas em determinado momento pode ser realizado por meio do estudo fitossociológico das comunidades vegetais. Esses estudos podem indicar variações da comunidade infestante e estas, por sua vez, podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas. Através desse estudo, é possível obter parâmetros confiáveis acerca da comparação florística das plantas daninhas de um determinado nicho e definir estratégias de manejo (OLIVEIRA & FREITAS, 2008).

A adoção de práticas de manejo que visam a posicionar a cultura em situação competitiva vantajosa em relação às plantas daninhas constitui-se em alternativa viável para reduzir ou até eliminar a utilização de herbicidas.

De acordo com Darolt & Skora Neto (2003), não existem receitas ou pacotes prontos em agricultura orgânica e a cada safra a estratégia de controle das infestantes pode ser alterada em função de variáveis como clima, nível de infestação, quantidade de cobertura, variedade utilizada e mercado.

Ainda são incipientes os estudos sobre o comportamento da comunidade de plantas daninhas em áreas com plantio direto de milho orgânico ao longo do tempo, sendo estes estudos importantes para a melhoria da produtividade do milho. Nesse sistema, pode ser necessária uma aração esporádica do solo, a cada três ou quatro anos da adoção do sistema de plantio direto, já que, sem a utilização de herbicidas, algumas espécies são beneficiadas pelo sistema de

controle adotado (roçada) (VAZ de MELO, 2004; FONTANETTI et al., 2006; CHIOVATO et al., 2007). Estas espécies podem ser controladas com o enterrio pela aração e gradagem. De acordo com Lacerda et al. (2007), técnicas que promovem a inversão das camadas de solo, como a aração, resultam na melhor distribuição das sementes ao longo do perfil e no enterrio de grande quantidade delas, podendo inviabilizar a capacidade de regeneração de parte da população de sementes em certas espécies. Assim, no sistema contínuo de plantio direto orgânico, arações e gradagens intermediárias, ou seja, de tempos em tempos, podem reduzir a infestação de plantas daninhas viabilizando o uso do plantio direto em cultivos orgânicos.

Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o estabelecimento populacional das plantas daninhas e a similaridade das comunidades durante seis anos agrícolas consecutivos de milho cultivado no sistema plantio direto orgânico e tradicional, intermediado por um sistema de plantio convencional (aração e gradagem).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas 2003/04, 2004/05 e 2005/06, 2006/07, 2007/08 e 2008/09, na Estação experimental de Coimbra-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa.

A área experimental de 1984 até 2002 foi cultivada em parcelas permanentes com adubação mineral e outra com adubação orgânica, sendo o preparo do solo feito com uma aração e duas gradagens (GALVÃO, 1995). No ano agrícola de 2003/04, essas parcelas antes aradas e gradeadas passaram a ser cultivadas no sistema de plantio direto com a manutenção dos tratamentos originais (fontes minerais solúveis e orgânicas de adubação), numa sequência de milho e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), esta última utilizada como produtora de palhada. O sistema de plantio direto foi, portanto, adotado na área experimental no período compreendido entre os anos 2003 a 2006 (Anexo 1).

Na safra de 2006/2007, uma semana antes do plantio do milho, toda a área experimental foi arada e gradeada, método usado para controlar as plantas daninhas, uma vez que a infestação se encontrava alta, principalmente nas parcelas conduzidas anteriormente no sistema de plantio direto orgânico. Esta ação foi considerada preparo do solo convencional intermediário. Nos anos subsequentes, 2007/08 e 2008/09, voltou-se ao sistema de plantio direto. As condições de temperatura e precipitação na data da aração e gradagem podem ser observadas na Tabela 3, ressaltando que o solo se encontrava friável.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental teve área total de 64 m², com 12 m² centrais de área útil. O espaçamento entre linhas nos anos agrícolas de 2003/04 até 2005/06 foi de 1 m, sendo reduzido para 0,80 m de 2006/07 até 2008/09. Nos anos agrícolas 2003/2004 a 2007/08, a variedade de milho utilizada foi UFVM 100 - Nativo, no ano agrícola 2008/09 a variedade utilizada foi UFVM 200 – Soberano, ambas de polinização aberta. Em todos os anos manteve-se a população de 50.000 plantas/ha.

Os tratamentos avaliados foram: PDT1 (plantio direto sem adubação e aplicação de herbicidas no manejo das plantas daninhas); PDT2 (plantio direto tradicional com adubação mineral na dose de 300 kg ha⁻¹ do formulado 8-28+16 + 100 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura, e com aplicação de herbicidas); PDT3 (plantio

direto adubado com composto orgânico, na dose de 40 m³ ha⁻¹, e com aplicação de herbicidas); e PDO (plantio direto orgânico com composto orgânico, na dose de 40 m³ ha⁻¹, e roçada no manejo das plantas daninhas).

O solo é classificado de Argissolo Vermelho-Amarelo, e as características químicas do solo, nos sistemas de manejo estudados, estão discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado dos valores médios de características químicas de amostras do solo da área experimental em 2009.

Tratamentos*	PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC (T)	P	K	MO
	H ₂ O	=====Cmol _c dm ⁻³ =====			=====mg dm ⁻³ =====		=====dag kg ⁻¹ =====	
PDT1	6,1	2,6	1,3	50,5	4,4	2,1	141	3,8
PDT2	5,2	2,1	0,8	34,6	3,5	13,9	152	4,1
PDT3	6,1	5,1	2,3	68,9	7,0	23,3	256	6,8
PDO	6,4	5,3	2,5	71,7	8,5	25,0	282	7,0

* PDT1 (plantio direto sem adubação e com herbicida); PDT2 (plantio direto com adubação mineral e com herbicida); PDT3 (plantio direto com composto orgânico e com herbicida) e PDO (plantio direto orgânico com composto orgânico e roçada).

A aveia preta foi semeada a lanço (80 kg ha⁻¹ de sementes). No florescimento, as plantas de aveia preta foram cortadas com ceifadeira ficando a palhada exposta ao sol para dessecação natural no sistema plantio direto orgânico PDO. Nos sistemas plantio direto tradicional PDT1, PDT2 e PDT3, a dessecação foi feita com glyphosate na dose de 720 g i.a. por hectare. A produção de palhada de aveia preta (t/ha) dos tratamentos encontra-se na Tabela 2.

No PDT2, o adubo formulado foi aplicado no sulco de plantio (300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16), simultaneamente ao semeio do milho, e a ureia (100 kg de N.ha⁻¹) foi aplicada em cobertura quando o milho estava no estágio de quatro folhas completamente expandidas.

No PDO e no PDT3, a adubação foi realizada com composto orgânico na dose de 40 m³ ha⁻¹ aplicado em superfície ao lado da linha de semeio, após a emergência do milho. Os resultados da análise química do composto orgânico foram: 29,02 dag kg⁻¹ de carbono total; 0,31 dag kg⁻¹ de P; 0,36 dag kg⁻¹ de K;

1,05 dag kg⁻¹ de Ca; 0,20 dag kg⁻¹ de Mg; 1,17 dag kg⁻¹ de N total; 22 % de umidade; e 0,87 g cm⁻³ de densidade.

O controle de plantas daninhas no plantio direto tradicional (PDT1, PDT2 e PDT3) foi realizado com a aplicação dos herbicidas atrazine (1,5 kg ha⁻¹) e nicossulfuron (12 g ha⁻¹) em pós-emergência nos estádios de quatro e oito folhas completamente desenvolvidas do milho. No plantio direto orgânico (PDO), o manejo das plantas daninhas foi feito por meio de duas roçadas com ceifadeira motorizada, nos estádios de quatro e oito folhas completamente desenvolvidas do milho.

Os dados referentes à temperatura média (°C) e precipitação pluvial (mm) durante a condução dos experimentos estão apresentados nas Tabelas 3.

Tabela 2. Produção de matéria seca de aveia preta (t/ha) por ano de avaliação nos diferentes sistemas de manejo do milho.

Sistemas**	Produção de matéria seca de aveia (t/ha)					
	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07*	2007/08	2008/09
PDT1	1,650	1,120	840	0,420	2,100	0,755
PDT2	2,812	2,520	2,310	0,700	3,020	1,835
PDT3	-	-	-	0,767	3,155	1,940
PDO	3,880	4,150	4,650	0,902	5,600	1,980

*Aração realizada na área antes do plantio do milho na safra 2006/07.

** PDT1 (plantio direto sem adubação e com herbicida); PDT2 (plantio direto com adubação mineral e com herbicida); PDT3 (plantio direto com composto orgânico e com herbicida); e PDO (plantio direto orgânico com composto orgânico e roçada).

Na safra 2006/2007, a área experimental foi arada e gradeada em função da elevada ocorrência das plantas daninhas e da baixa produção de matéria seca da aveia preta (Tabela 2). Foram utilizadas nesse ano as mesmas fontes de adubação e controle de plantas daninhas dos sistemas de plantio direto tradicional e orgânico, mantendo as mesmas parcelas.

- Avaliação da dinâmica das comunidades de plantas daninhas

Em cada ano agrícola, o estudo da dinâmica das plantas daninhas foi realizado efetuando-se três amostragens por parcela com quadrado com 0,25 m de lado, lançado ao acaso na área útil de cada parcela. Essas amostras foram coletadas nos estádio de quatro folhas completas do milho, antes da aplicação dos herbicidas em pós-emergência e antes do primeiro corte das plantas daninhas com a ceifadeira no sistema orgânico, aproximadamente 25 dias após o plantio.

Em cada amostragem, as plantas foram cortadas rente ao solo, devidamente identificadas e separadas por espécies e famílias e em seguida secas em estufa de ventilação forçada de ar, por 72 horas, a 70°C, para determinação de massa seca. Uma vez obtidos o número de indivíduos por espécie e a matéria seca, foi realizada a análise descritiva, através de parâmetros fitossociológicos representados pela importância relativa (IR%), conforme descrição a seguir (PITELLI, 2000).

1 - Índice do valor de importância (IVI), determinado por:

$$IVI = DeR + FeR + DoR$$

em que:

- A densidade relativa (DeR) é obtida ao dividir o número de indivíduos de uma determinada espécie encontrada nas amostragens pelo número total de indivíduos amostrados.

- A frequência relativa (FeR) é determinada pela frequência absoluta de uma espécie, dividida pela soma da frequência absoluta de todas as espécies.

- A dominância relativa (DoR) refere-se à divisão da biomassa acumulada por uma determinada espécie pela biomassa seca total acumulada por toda a comunidade de plantas daninhas

2 - A importância relativa (IR%) é determinada pela divisão do índice de valor de importância de determinada população pelo somatório dos índices de valor de importância de todas as populações da comunidade infestante.

A escolha do índice de importância relativa para descrever as mudanças populacionais da comunidade infestante e das espécies daninhas deve-se ao fato de o mesmo ser o que melhor expressa a relação entre as populações de plantas

daninhas componentes da comunidade infestante, pois considera a frequência de ocorrência, o número de indivíduos e a massa seca acumulada dessas populações (CARVALHO et al, 2008).

- Avaliação da similaridade das comunidades de plantas daninhas

Para a determinação da similaridade das plantas daninhas entre os diferentes manejos, foi feita uma matriz de presença e ausência de espécies, e a partir desta matriz, foi construído o dendrograma de similaridade entre todas as parcelas do estudo. O dendrograma foi feito com todas as espécies amostradas por meio do programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (Mc CUNE & MEFFORD, 1999). Na elaboração do dendrograma, foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard (MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), cuja fórmula é:

$$S_j = (c/a+b-c) 100;$$

a = número de espécies exclusivas da área A;

b= número de espécies exclusivas da área B; e

c= número de espécies comuns às duas áreas.

Para a interpretação da similaridade entre as parcelas utilizou-se o método de agrupamento da média de grupo (UPGMA) em que o agrupamento é feito a partir da média aritmética dos elementos.

Tabela 3: Dados referentes à precipitação acumulada (mm) por decênio: entre os dias 1-10, 11-20 e 21-30 e temperatura média (°C) observada no período de condução dos experimentos, novembro de 2003 até abril de 2009.

Mês	Ano agrícola											
	2003				2004				2005			
	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)
Jan	-	-	-	-	74	146	164	19,5	17	78	63	22,7
Fev	-	-	-	-	72	146	221	21,9	7	116	78	22,1
Mar	-	-	-	-	79	29	79	21,5	153	48	93	22,3
Abr	-	-	-	-	93	12	33	28,8	8	3	64	21,1
Mai	-	-	-	-	9	14	13	18,2	1	2	46	18,8
Jun	-	-	-	-	40	2	3	15,7	1	21	22	17
Jul	-	-	-	-	4	40	1	15,5	11	25	1	16,1
Ago	-	-	-	-	0	0	0	17	13	19	0	18,2
Set	-	-	-	-	1	0	0	20,1	0	8	29	19,9
Out	-	-	-	-	23	24	16	20,6	6	0	57	22
Nov	86	20	88	21,5	81	56	59	21,8	54	45	43	20,6
Dez	48	116	146	22,8	145	94	147	21,9	63	151	29	20,5

Cont.

Mês	Ano agrícola															
	2006				2007				2008				2009			
	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)	Precipitação por decênio (mm)			T (°C)
Jan	8	10	90	23,1	91	70	198	22,6	45	44	163	21,5	78	35	89	22,4
Fev	13	66	21	23,7	52	40	0	22,3	71	8	73	22,7	15	117	13	23,1
Mar	91	47	7	22,8	0	23	0	22,3	67	113	23	22,7	30	49	188	20,7
Abr	27	58	0	20,5	0	3	30	22,2	57	22	8	22,5	4	12	0	18,4
Mai	1	1	3	17	0	0	22	20	0	0	0	18,1	-	-	-	
Jun	0	0	14	15,8	4	0	0	17	1	0	11	15,7	-	-	-	
Jul	1	0	0	15,2	0	0	6	16,5	33	0	0	15,3	-	-	-	
Ago	0	0	0	18,2	0	0	0	18,6	2	0	0	18,1	-	-	-	
Set	0	24	39	18,8	16	0	0	18	0	96	32	18,5	-	-	-	
Out	11	26	3	20,6	0	40	48	20,8	4	25	1	20,4	-	-	-	
Nov	28	29	0	21,2	28	3	17	21,8	61	105	54	21,2	-	-	-	
Dez	16	45	140	22,5	46	104	58	22,8	63	261	144	22,1	-	-	-	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos seis anos agrícolas avaliados, foram identificadas 20 espécies de plantas daninhas, distribuídas em nove famílias. No presente trabalho, foram representadas as sete espécies daninhas mais constantes: *Artemisia verlotorum*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Bidens pilosa*, *Digitaria sp*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis*.

Os resultados da dinâmica da comunidade de plantas daninhas que infestaram a cultura do milho nos diferentes sistemas de plantio direto estão representados pela Importância Relativa (IR%) das espécies nas Figuras 3 a 9. Os índices de similaridade entre os sistemas estudados estão representados pelos dendogramas de similaridade nas Figuras 10 a 13.

No primeiro ano de implantação do sistema plantio direto (2003/04), a espécie *Artemisia verlotorum* (losna) obteve importância relativa (IR%) inferior a 20%, tanto nos sistemas de plantio direto tradicionais (PDT1 e PDT2) como no sistema de plantio direto orgânico (PDO). No ano agrícola 2004/05, não houve infestação da espécie no tratamento PDT2. Observou-se, no ano 2005/06, que a semeadura direta proporcionou aumento na IR% da *A. verlotorum* em todos os tratamentos avaliados, e os maiores valores, ao longo das avaliações, foram observados no PDT1 (sem adubação) (Figura 3). Essa espécie provavelmente se adapta a solos de menor fertilidade (PDT1) ou a uma maior IR%, que, nesse sistema, foi em decorrência da falta de concorrência com o milho e com outras espécies.

A aração e a gradagem (plantio convencional) feitas no ano agrícola 2006/07 proporcionou reduções na infestação dessa espécie nos sistemas tradicionais PC1, PC2 e PC3, com maior redução no sistema de menor fertilidade (PC1) (Figura 3).

Ao longo das avaliações, verificou-se que o manejo com glifosate aplicado nos tratamentos PDT1, PDT2 e PDT3 não foi eficaz no controle da *A. verlotorum*. Jakelaites et al. (2004) observaram, no consórcio entre a *Brachiaria decumbens* e o milho, que as espécie de plantas daninhas perenes de propagação vegetativa (*Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus*) não foram controladas pela mistura de herbicida (nicosulfurom + atrazine), independentemente da dose aplicada. De acordo com Dias et al. (2007), a tolerância de certas espécies de plantas

daninhas a herbicidas é resultado da capacidade inata da espécie em suportar aplicações de herbicidas nas doses recomendadas, sem alterações marcantes em seu crescimento e/ou desenvolvimento.

No sistema plantio direto orgânico, cujo manejo das plantas daninhas foi efetuado com duas roçadas (PDO), a losna apresentou taxas de IR% menores ou próximas aos valores encontrados pelos outros tratamentos (Figura 3). Os resultados da roçada foram equivalentes ao uso do herbicida no controle da *A. verlotorum* ao longo das avaliações.

A partir do ano agrícola 2008/09 em que há novamente o equilíbrio do sistema de plantio direto, os valores da IR% da espécie voltam a patamares próximos aos do ano agrícola 2005/06, ano anterior à aração (Figura 3).

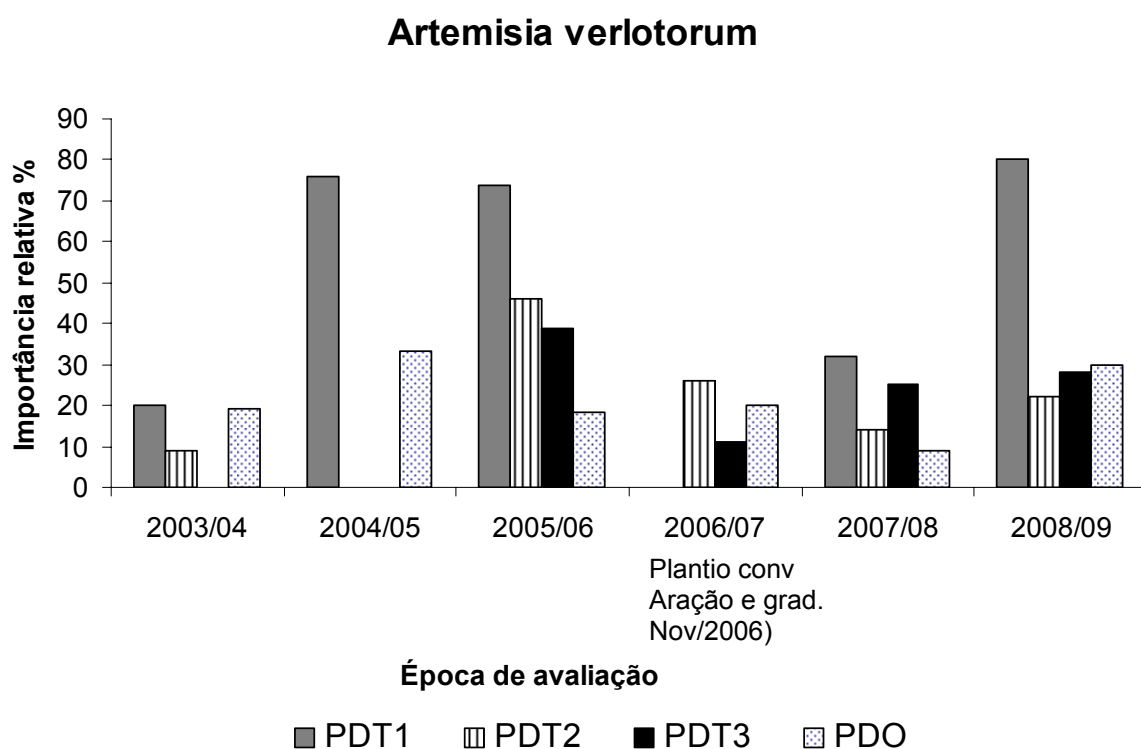


Figura 3: Importância relativa de *Artemisia verlotorum* nos referentes sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico com herbicida); e PDO (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

Segundo Lorenzi (2000), a importância da *A. verlotorum* como planta daninha vem aumentando nos estados do sul e sudeste do Brasil, graças à sua eficiente capacidade reprodutiva, pois além de a espécie produzir sementes, possui um caule subterrâneo (rizoma) que garante sua perpetuação. Após o corte

da parte aérea, ocorre uma rápida rebrota dos rizomas que repovoam a região, tornando o controle mais difícil (BRIGHENTI et al., 1993). A espécie é tolerante à maioria dos herbicidas utilizados, principalmente na cultura do milho e soja, e o uso contínuo do mesmo produto nessas áreas causa alterações na flora nativa no sentido de uma seleção a favor da espécie. Nesse sentido, a aração realizada após 3 anos de plantio direto pode ser uma alternativa para controlar essa espécie, uma vez que os rizomas serão cortados e enterrados, dificultando a rebrota e diminuindo a infestação nos anos seguintes.

As taxas de importância relativa (IR%) da espécie *Cynodon dactylon* (grama-seda) foram menores do que da *A. verlotorum* (Figura 4). Verificou-se que no primeiro ano de plantio direto a espécie apresentou IR% maior no sistema de plantio direto orgânico PDO, enquanto no sistema plantio direto com adubação mineral (PDT2) não houve infestação da espécie.

O efeito da aração e gradagem realizado em 2006/07, diferentemente do apresentado pela *A. verlotorum*, estimulou a *C. dactylon* em todos os sistemas de plantio direto. Essa espécie se reproduz vegetativamente por meio de rizomas e estolões contidos no solo, assim a aração e a gradagem proporcionaram maior dispersão dessas estruturas no solo, estimulando sua germinação (LORENZI, 2000). Observa-se na Figura 4 que após a retomada do sistema de plantio direto nos anos 2007/2008 e 2008/2009 a importância dessa espécie diminuiu, provavelmente em função do não revolvimento do solo.

Os resultados observados indicam que o plantio direto facilita o controle dessa espécie.

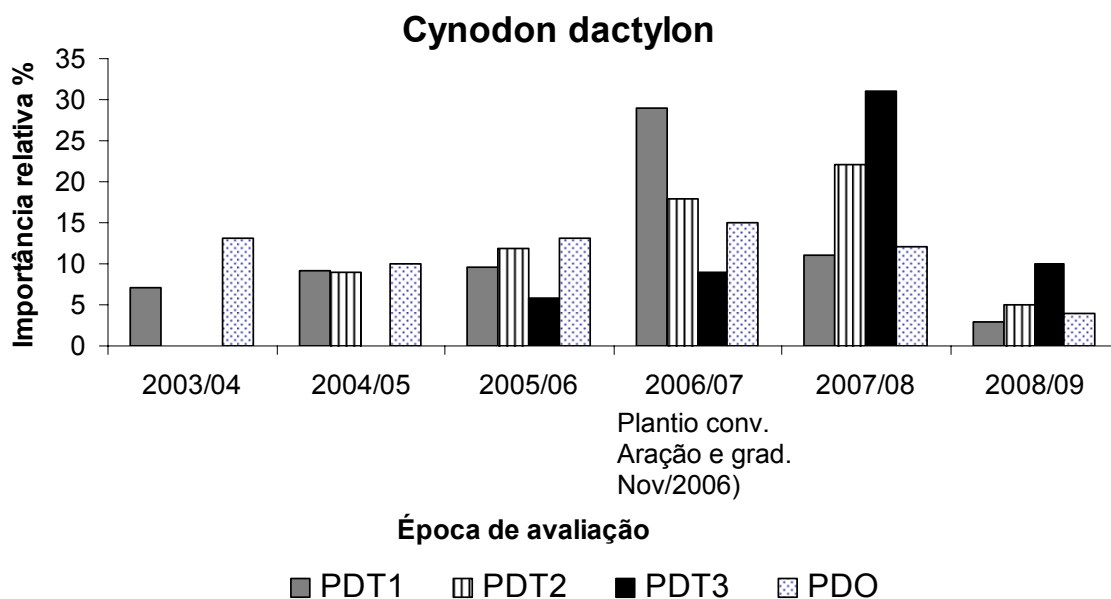


Figura 4: Importância relativa de *Cynodon dactylon* nos sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico e herbicida); e PDO (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

No primeiro ano de plantio direto, a espécie *Bidens pilosa* obteve IR% alta tanto no plantio direto tradicional (PDT1 e PDT2), quanto no plantio direto orgânico (PDO). Com a continuidade do plantio direto, ocorreu controle total da espécie em todos os tratamentos tradicionais (PDT1, PDT2 e PDT3) em razão do glyphosate para dessecação e do uso da mistura dos herbicidas atrazine e nicossulfuron em pós-emergente (Figura 5).

Após a aração e gradagem realizada na safra de 2006/07, houve aumento da IR% da espécie *B. pilosa* no tratamento PDT3, e na safra de 2007/08, um ano após a retomada do sistema plantio direto, a espécie voltou a infestar os outros tratamentos tradicionais (PDT1 e PDT2). A espécie *B. pilosa* se propaga tanto via sementes, e a maior exposição de suas sementes na superfície do solo em decorrência da aração provavelmente proporcionou maior percentual de germinação, já que a espécie é classificada como fotoblástica positiva. Trabalho realizado por Souza et al. (2009), estudando a germinação de *B. pilosa* em diferentes profundidades de semeadura, verificou maior percentual germinativo nas menores profundidades e redução no percentual germinativo a partir de 3 cm de profundidade. Esse fato é evidente quando se observa aumento da IR% no sistema de plantio direto orgânico no ano agrícola 2007/2008. Observou-se

também que com a retomada do sistema de plantio direto ocorre redução da IR% nos tratamentos tradicionais com a utilização de herbicidas até total controle da espécie em 2008/2009 (Figura 5).

Porém, no PDO, apesar de ocorrer redução da IR da *B. pilosa* com a retomada do sistema de plantio direto, ao longo das avaliações a importância relativa foi superior a 20%, indicando que a roçada não proporciona controle eficaz da espécie, confirmando os resultados de Chiovato et al. (2007).

O comportamento da espécie *B. pilosa* é cíclico, ou seja, no início do plantio direto a espécie foi encontrada em todos os tratamentos (tradicionais e/ou orgânico), com o passar dos anos, a espécie é observada apenas no sistema orgânico, justamente por esse não utilizar os herbicidas. O mesmo comportamento foi observado após a aração e gradagem.

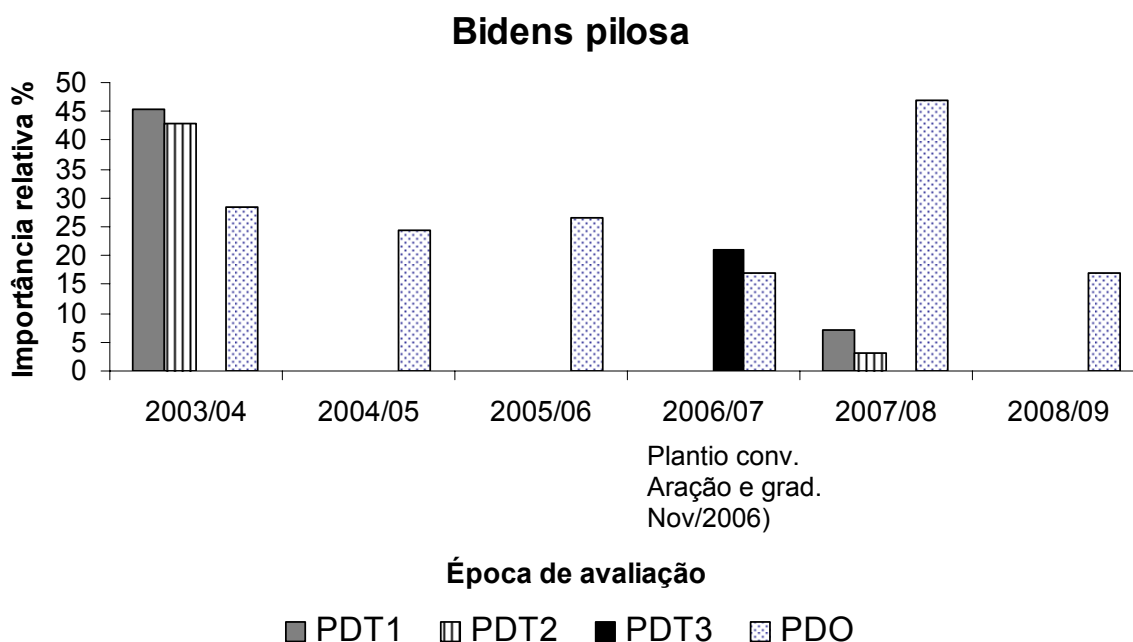


Figura 5: Importância relativa da espécie *Bidens pilosa* nos sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico, com herbicida); e PDO (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

A espécie *Cyperus rotundus* está entre as que apresentaram as maiores porcentagens de IR%. No primeiro ano da semeadura direta (2003/04), a espécie apresentou baixa importância relativa independentemente do tipo de sistema adotado (Figura 6).

Segundo Silva et al. (2002), quando, em condições ambientais favoráveis (temperatura elevada e intensidade luminosa), o estabelecimento da espécie *C.*

rotundus é rápido devido ao intenso crescimento vegetativo e à produção de tubérculos, sendo estes o motivo da sua vantagem competitiva com as culturas. Sua grande capacidade de sobrevivência no agroecossistema se deve a um eficiente sistema reprodutivo, constituído de rizomas, bulbos basais, tubérculos e sementes.

No sistema de plantio direto sem adubação (PDT1), a espécie *C. rotundus* apresentou baixa importância relativa em todos os anos avaliados. Esse fato se deve, provavelmente, à competição estabelecida com a espécie *A. verticillatum*, predominante nesse sistema.

Vale ressaltar que a aração e gradagem proporcionaram aumento da IR% da *C. rotundus* nos tratamentos PDT1 e PDT2, diminuindo a IR% no tratamento tradicional PDT3 e no plantio direto orgânico (PDO).

De acordo Ferreira et al. (2000), o revolvimento do solo pode separar os tubérculos dos rizomas, reduzindo a dormência e favorecendo a brotação da espécie assim como o seu estabelecimento.

No primeiro ano após aração (2007/08), e retorno do sistema de plantio direto, verificou-se diminuição da IR % da *C. rotundus* em todos os sistemas estudados. Contudo, na avaliação seguinte (2008/2009), a IR% da espécie aumentou em todos os tratamentos, com maior porcentagem no tradicional PDT2. De acordo com a Tabela 2, nesse mesmo ano, houve diminuição na produção de matéria seca da espécie de cobertura, aveia preta, em todos os tratamentos. A diminuição da palhada provavelmente contribuiu para maior desenvolvimento da *C. rotundus*. Jakelaitis et al. (2003b) verificaram que a ausência de palhada favoreceu a brotação dos tubérculos de *C. rotundus*. Segundo Miles et al. (1996), a temperatura do solo é um dos principais fatores ambientais que afetam a brotação dos tubérculos de tiririca quando a umidade do solo é adequada. Travlos et al. (2009) verificaram brotação de 95% de tubérculos de *C. rotundus* localizados a 5 cm do solo, quando foram submetidos a altas variações de temperatura diurna do solo.

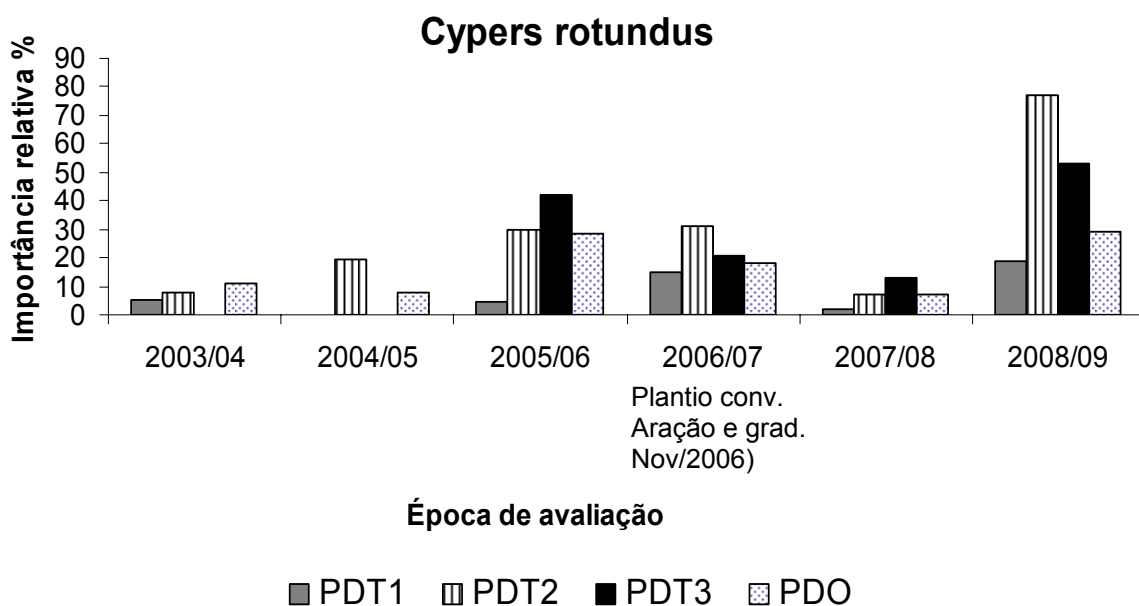


Figura 6: Importância relativa da espécie *Cyperus rotundus* nos sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e com herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico e com herbicida) e PDO (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

Diferentemente das demais espécies, a *Digitaria sp.* não infestou a área de forma contínua em nenhum dos sistemas avaliados. Essas espécies não foram observadas no início de implantação do sistema de plantio direto (2003/2004), e no ano agrícola 2005/06. Sua infestação foi observada com maior frequência no sistema de plantio direto orgânico PDO após a aração do solo (Figura 7).

No ano agrícola 2007/08, observou-se a presença da espécie em todos os tratamentos estudados, com superioridade para a parcela tradicional PDT2 (Figura 7). Nesse ano agrícola, observou-se que houve aumento na quantidade de biomassa da aveia em todos os sistemas, podendo essa biomassa ter influenciado negativamente na eficácia do dessecante (Glyphosate) no controle da *Digitaria sp.* De acordo com Fornarolli et al. (1998) e Gomes & Christoffoleti (2008), os fatores ambientais e a quantidade da palhada são fatores que podem ter influenciado na ineficácia do herbicida, não controlando de forma eficiente a espécie. Essa espécie é mais adaptada ao sistema plantio direto do que ao convencional (PITELLI & DURIGAN, 2001). Sendo provenientes de sementes, ou seja, ainda jovens, apresentam bom controle, contudo em plantas perenizadas e com a presença de rizomas, o controle pelo glyphosate torna-se ineficiente (MACHADO et al., 2006).

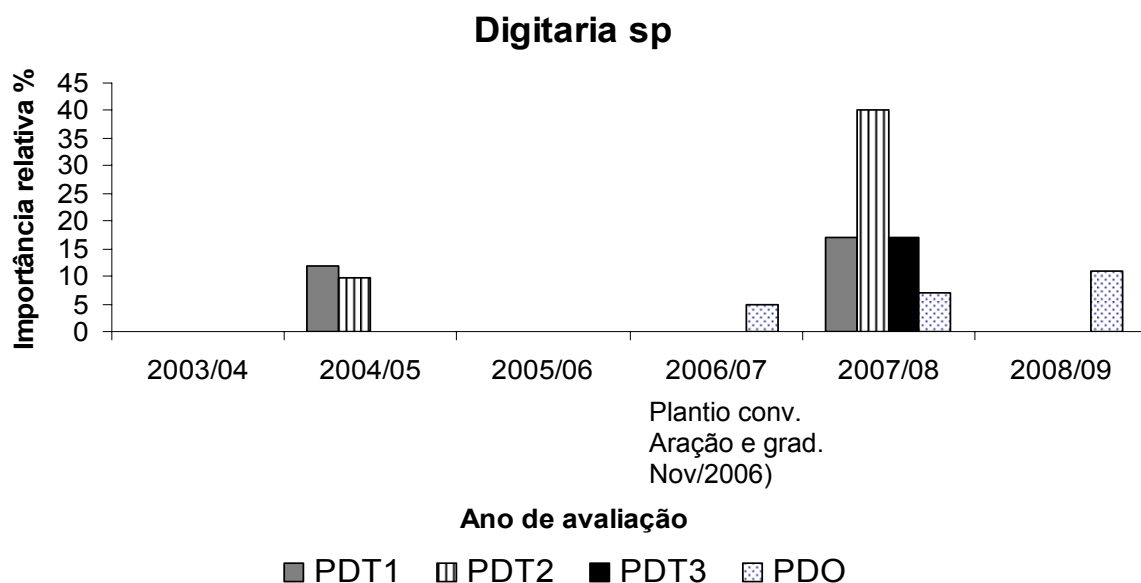


Figura 7: Importância relativa da espécie *Digitaria sp* nos sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e com herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico e com herbicida); e PDO (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

A espécie *Ipomoea grandifolia* apresentou IR% baixa no sistema de plantio direto. A aração e gradagem estimularam a germinação da espécie com aumento de sua IR% em todos os sistemas estudados, com maior porcentagem no sistema de plantio direto sem adubação PDT1 (Figura 8).

O principal meio de propagação é por sementes (GRAVENA et al., 2004), que apresentam dormência, sendo essa a causa dos diferentes fluxos de emergência de plantas de *Ipomoea* (AZANIA et al., 2009). A aração e gradagem realizada na área provavelmente contribuíram para a quebra da dormência e exposição de maior número de sementes na superfície do solo, proporcionando aumento da germinação em todos os tratamentos estudados.

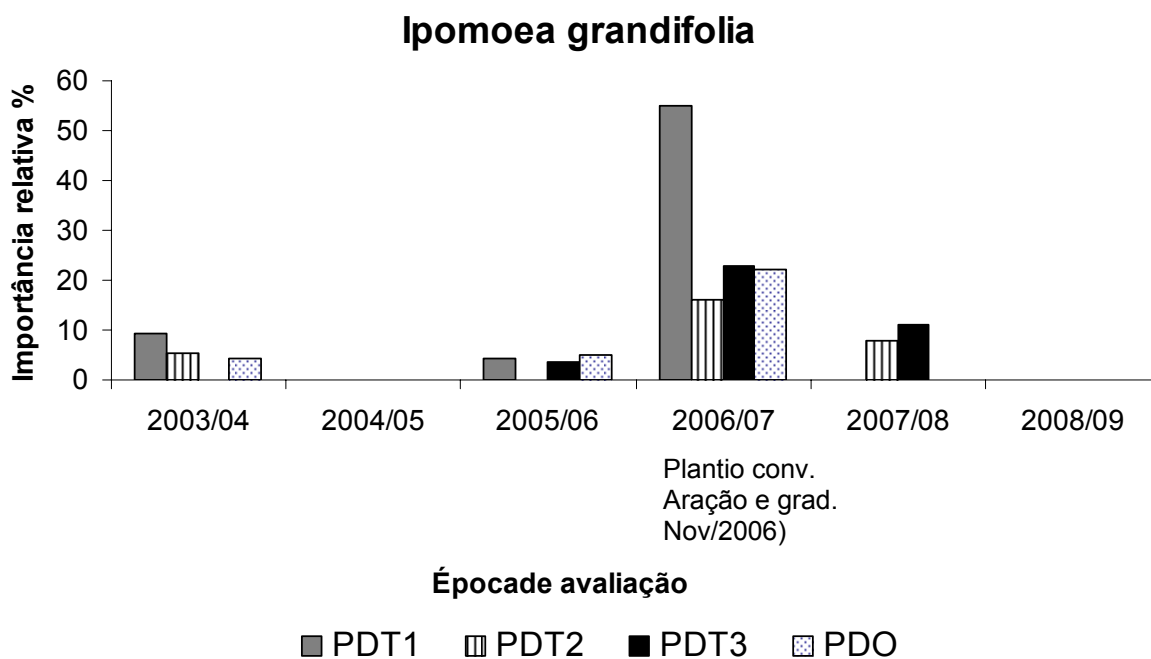


Figura 8: Importância relativa da espécie *Ipomoea grandifolia* nos sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e com herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico e com herbicida); e PDO (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

A espécie *Commelina benghalensis*, no início de implantação do sistema plantio direto (2003/04), apresentou baixas taxas de IR% em todos os sistemas estudados. No segundo ano, a espécie obteve elevada IR% no PDT2 e baixa IR% no sistema de PDO. Porém, na terceira avaliação, a espécie é observada em todos os sistemas estudados, com maior IR% novamente para o PDT2 (Figura 9). Após a aração e gradagem, verificou-se controle da espécie em todos os tratamentos, mas com o retorno do plantio direto a espécie apresentou a maior importância relativa no plantio direto tradicional PDT2 e no plantio direto orgânico PDO, novamente.

A espécie *C. bengalensis* produz sementes também dentro do solo, menores e modificadas, e essas sementes têm capacidade de germinar e emergir de profundidades maiores de 10 a 15 cm, podendo ser está uma estratégia utilizada pela espécie para germinar, mesmo em área com grande quantidade de palhada no solo.

De acordo com Pasqualetto et al. (2001), a *C. bengalensis* possui folhas com alta cerosidade, fato que dificulta seu controle quando o solo está com alta umidade, pois serve como anteparo protetor por ocasião da aplicação de

herbicida dessecante como o glyphosate. Seu controle por herbicidas está relacionado com o seu grau de desenvolvimento, e em aplicações em plantas adultas, a espécie torna-se tolerante, sendo seu controle menor do que 50% (LORENZI, 1994). Trabalhos têm verificado a tolerância da espécie *C. benghalensis* ao glyphosate, sendo esta espécie controlada apenas parcialmente pelo herbicida (MONQUERO et al., 2005; CORREIA et al., 2008).

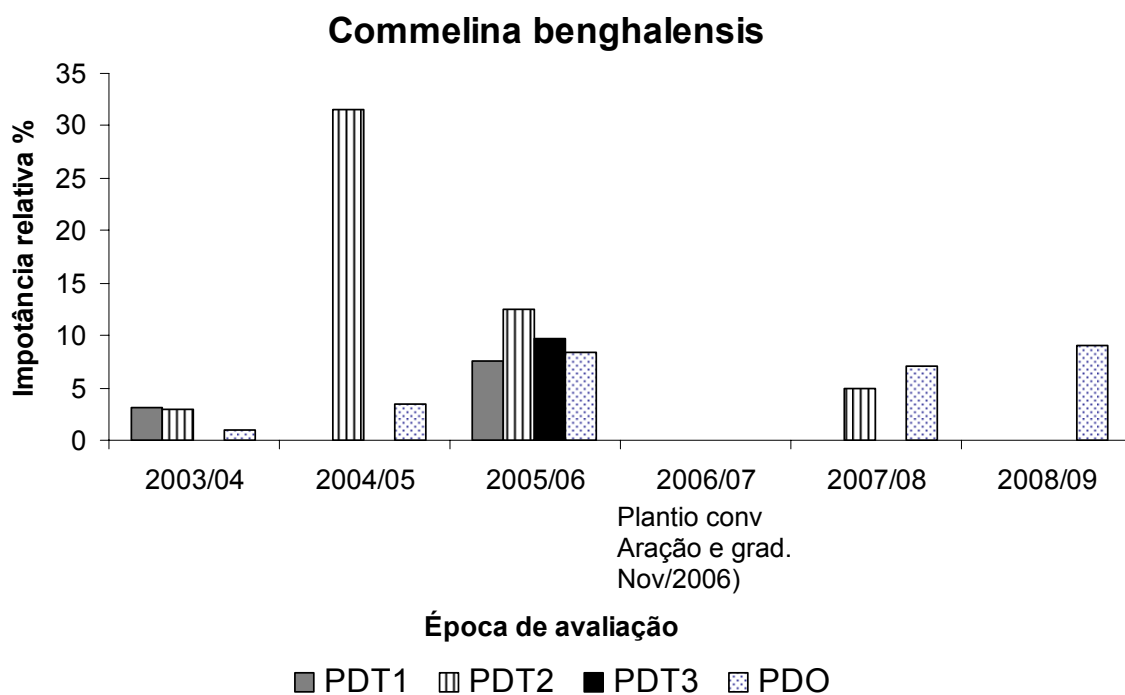


Figura 9: Importância relativa da espécie *Commelina benghalensis* nos sistemas PDT1 (sem adubação com herbicida); PDT2 (com adubação mineral e com herbicida); PDT3 (adubado com composto orgânico e com herbicida); e PDO1 (adubado com composto orgânico e roçada), durante seis anos agrícolas.

Em ordem decrescente de importância relativa das espécies ao longo das avaliações destacam-se *Artemisia verlotorum*, *Cyperus rotundus*, *Ipomoea grandifolia*, *Bidens pilosa*, *Digitaria sp.*, *Cynodon dactylon* e a *Commelina benghalensis*, com taxas de IR% variando de 90 a 35%, e as maiores frequências, isto é, o maior número de ocorrência, ao longo de seis safras agrícolas, ficou para as espécies *Artemisia verlotorum*, *Cyperus rotundus* e *Cynodon dactylon*, nos quatro sistemas estudados.

Os sistemas de plantio direto estudados estão em fase de transição e estabelecimento, sendo comuns as flutuações das espécies de plantas daninhas na comunidade, que, com o passar do tempo de adoção do sistema, tendem a se

estabelecer ou ainda se extinguir. De acordo com Zanin et al. (1997), a evolução florística da comunidade ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de utilização do sistema de preparo do solo. Dependendo da intensidade, essas alterações podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade com a cultura (GHERSA et al., 2000, apud SILVA et al., 2005).

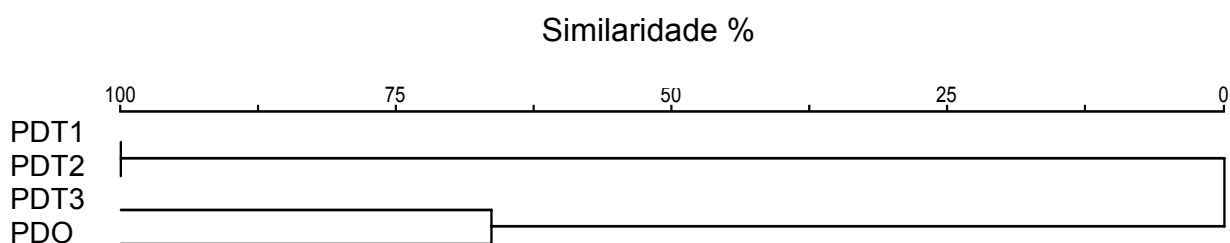
Dessa forma, é importante a necessidade da continuidade dos estudos do efeito da aração após alguns anos de plantio direto, como forma de manejo das plantas daninhas no plantio direto orgânico. Como foi demonstrada na área em estudo, a infestação das plantas daninhas no sistema orgânico atinge em 3 ou 4 anos níveis de infestação que inviabilizam a produção de milho. Nesse caso, a aração e a gradagem a cada três ou quatro anos agrícolas facilitariam o manejo das plantas daninhas, apesar de não manter todos os benefícios do sistema de plantio direto.

Similaridade entre as comunidades de plantas daninhas em quatro avaliações nos diferentes sistemas de plantio direto de milho orgânico e tradicional.

1º avaliação: ano agrícola 2005/06 (Plantio direto)

É importante ressaltar que o índice de similaridade considera somente a ausência ou presença da espécie ou conjunto de plantas, deixando de considerar informações como densidade e biomassa das espécies daninhas.

A Figura 10 representa o dendograma de similaridade dos sistemas de plantio direto no ano 2005/2006 após três anos de implantação. Observou-se a existência de dois grupos com 0% de similaridade entre eles. O primeiro representado pelo plantio direto tradicional PDT1 (sem adubação) e PDT2 (adubação mineral) e outro grupo formado pelo tratamento plantio direto orgânico PDO (adubado com composto e roçada) e o tradicional PDT3 (adubação orgânica e herbicida). Entre os sistemas PDO e PDT3, a similaridade foi de 70%, provavelmente em função dos diferentes manejos das plantas daninhas, no PDO pela roçada e no PDT3 pela aplicação do herbicida glyphosate.



Legenda:

PDT1= sem adubação e com herbicida;

PDT2= adubação mineral (300 kg ha^{-1} do formulado 8-28+16 + 100 kg ha^{-1} de ureia em cobertura) e herbicida;

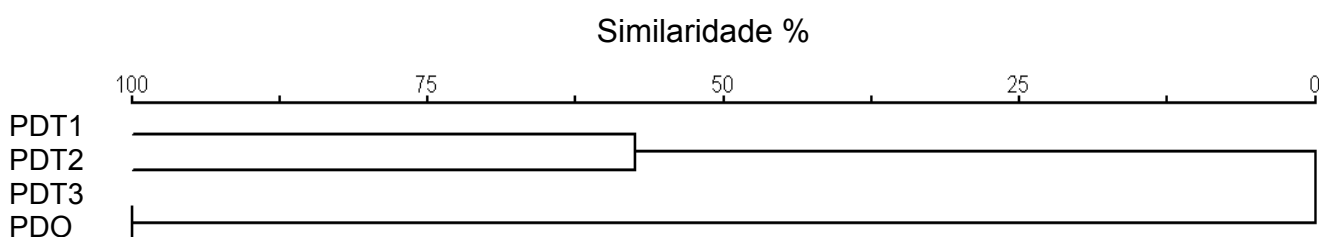
PDT3= adubado com composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e herbicida;

PDO= adubado com composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e roçada.

Figura 10. Dendograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra de 2005/06.

2º avaliação: ano agrícola 2006/2007 (Plantio convencional com aração).

No ano agrícola 2006/2007, foram feitas aração e gradagem da área experimental, antes do plantio do milho. Verificou-se novamente a existência de dois grupos distintos: um grupo formado pelos tratamentos PDT1 (sem adubação e com herbicida) e PDT2 (com adubação mineral e herbicida) e outro grupo formado pelos tratamentos com adubação orgânica PDO e PDT3. Contudo, observou-se diferença quanto à similaridade entre os tratamentos PC1 e PC2 que apresentaram apenas 57% de semelhança, enquanto o grupo formado pelos tratamentos PO e PC3 apresentou similaridade de 100%. As avaliações foram efetuadas antes da aplicação dos herbicidas e nesse ano, especificamente, não houve aplicação de glyphosate para a dessecação da palha, o que iguala as condições dos sistemas PDO e PDT3, fato que justifica a total similaridade entre os tratamentos (Figura 11).



Legenda:

PDT1= sem adubação e com herbicida;

PDT2= adubação mineral (300 kg ha^{-1} do formulado 8-28+16 + 100 kg ha^{-1} de ureia em cobertura) e herbicida;

PDT3= adubado com composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e herbicida;

PDO= adubado com composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e roçada.

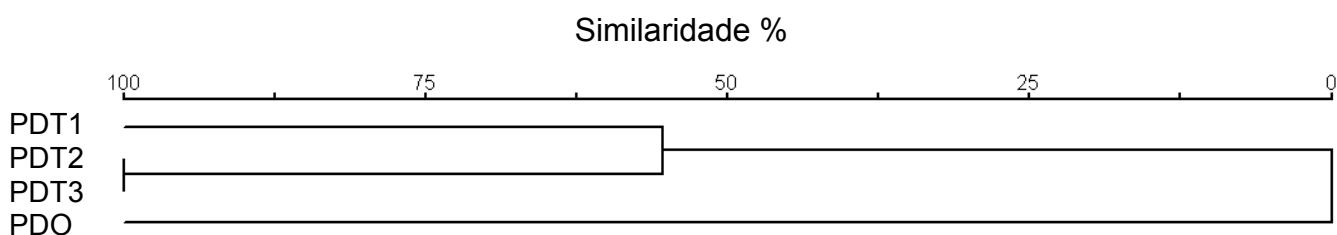
Figura 11. Dendrograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2006/07.

3º avaliação: anos agrícola 2007/2008 (Plantio direto)

No ano agrícola 2007/2008, o sistema de plantio direto é novamente retomado. Como nos demais anos agrícolas, verificou-se formação de dois grupos. Um grupo foi formado apenas com o PDO, e o outro grupo foi formado pelos tratamentos PDT1, PDT2 e PDT3 (Figura 12). No entanto, observou-se que os tratamentos PDT1 e PDT3 apresentaram 100% de semelhança quanto à comunidade de plantas daninhas e diferiram 55% do sistema PDT2. Nessa

avaliação, os tratamentos PDT1, PDT2 e PDT3 voltam a receber a aplicação do glyphosate para a dessecação da aveia preta, o que possivelmente proporcionou condições de semelhança entre os sistemas. Porém, a aração e a gradagem realizadas no ano anterior provavelmente modificaram o posicionamento do banco de sementes, provocando alteração florística da comunidade.

A dinâmica do banco de sementes e do desenvolvimento das plantas daninhas pode ser alterada com o tipo de preparo do solo. A semeadura direta promove modificações em fatores importantes como temperatura e umidade do solo, além de alterar também as condições físico-químicas. O resíduo vegetal que permanece na superfície, por ser uma barreira física, reduz a incidência de luz. O banco de sementes assim como seu posicionamento são alterados na superfície do solo, e a dinâmica das plantas daninhas pode ser completamente diferente quando se compara com os sistemas chamados de convencional (GAZZIERO et al., 2001). O fato de arar o solo redistribui as sementes no solo numa profundidade de aproximadamente 20 cm.



Legenda:

PDT1= sem adubação e com herbicida;

PDT2= adubação mineral (300 kg ha⁻¹ do formulado 8-28+16 + 100 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura) e herbicida;

PDT3= adubado com composto orgânico (40 m³ ha⁻¹) e herbicida;

PDO= adubado com composto orgânico (40 m³ ha⁻¹) e roçada.

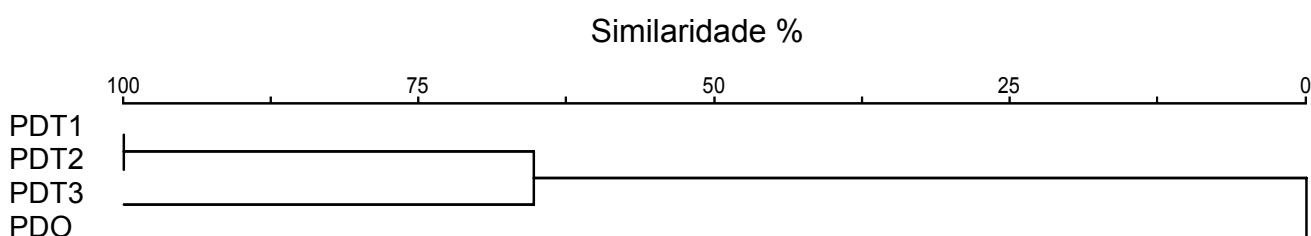
Figura 12. Dendrograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2007/08.

4º avaliação: anos agrícola 2008/2009 (Plantio direto)

No último ano de avaliação, verificaram-se os mesmos grupos observados na safra anterior: um formado pelos sistemas tradicionais que utilizam herbicidas para o controle das plantas daninhas (PDT1, PDT2 e PDT3) e outro formado pelo PDO em que o manejo é feito através da roçada.

Entre os sistemas tradicionais, verificou-se formação de subgrupos um formado pelos sistemas PDT1 e PDT2 com 100% de similaridade e o outro pelo PDT3 com 70% de similaridade com os sistemas tradicionais (PDT1 e PDT2). A dissimilaridade entre as áreas pode ser explicada pelas diferenças entre o solo, pelo manejo adotado na condução da lavoura e pelas medidas de controle das próprias plantas daninhas, se mecânico, cultural ou químico, contribuindo para selecionar a flora diversificada (OLIVEIRA e FREITAS, 2008).

A aplicação de herbicidas nos sistemas de plantio direto tradicional e a roçada no SPDO causaram maior efeito sobre o estabelecimento da comunidade de plantas daninhas que a adubação mineral ou orgânica com o retorno do sistema de plantio direto. Os dados estão de acordo com os verificados por Fontanetti (2008) na mesma área em estudo.



Legenda:

PDT1= Sem adubação e com herbicida;

PDT2= adubação mineral (300 kg ha^{-1} do formulado 8-28+16 + 100 kg ha^{-1} de ureia em cobertura) e herbicida;

PDT3= adubado com composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e herbicida;

PDO= adubado com composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e roçada.

Figura 13. Dendrograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2008/09.

4. CONCLUSÕES

As espécies *Artemisia verlotorum* e *Cyperus rotundus* foram as que apresentaram as maiores taxas de importância relativa.

A aração e a gradagem feitas após quatro anos de semeadura direta estimularam a emergência das espécies *Ipomoea grandifolia* e *Cynodon dactylon*.

A aplicação de herbicida ou a roçada proporcionaram maior alteração no estabelecimento da comunidade de plantas daninhas do que o tipo de adubação utilizado.

As diferenças no estabelecimento das populações de plantas daninhas entre os sistemas de plantio direto tradicional e o sistema de plantio direto orgânico são acentuadas pelo tempo de adoção do sistema.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S. **Controle de plantas daninhas em plantio direto**. Londrina: IAPAR, 1991. 34 p. (IAPAR. Circular, 67).
- AZANIA, C.A.M. et al. Superação da dormência de sementes de corda-de-violão (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). **Planta daninha**, v.27 n.1, p.23-27, 2009.
- BRIGHENTI, A M. et al. Crescimento e partição de assimilados em losna **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1:41-45, 1993.
- CARDINA, J.; REGNIER, E.; SPARROW, D. Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) competition and economic thresholds in conventional and no-till corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v. 43, p. 81-87, 1995.
- CARVALHO, L. B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 293-301, 2007.
- CARVALHO, L.B. et al. Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante em beterraba de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 291-299, 2008.
- CORREIA, N. M; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. **Revista Bragantia**, v. 67, n.3, pp. 663-671, 2008.
- CHIOVATO, M.G. et al. Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 277-283, 2007.
- CRUZ, J.C. et al. Manejo da Cultura do milho em sistema de plantio direto. **Informe agropecuário**, v.27, n.233, p. 42-53, 2006.
- DAROLT, M.R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. Set. 2003. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/daroltsist.htm>>. Acesso em 15 set. 2006.
- DIAS, A.C.R. et al. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 489-499, 2007.
- FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1355-1362, 2001.
- FERNANDEZ, O. Las malezas y su evolucion. **Ciencia y investigation**, 35:49-59, 1879.
- FERREIRA, F. A. et al. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. In: Lino Roberto Ferreira, Antônio Alberto da Silva, Jorge Magalhães Gomes. (Org.).

MANEJO INTEGRADO: Doenças, Pragas e Plantas Daninhas. Viçosa: Imprensa Universitária, 2000, v. único, p. 365-372, 2000.

FONTANETTI, A. *Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho*. 2008. 84p. Tese de doutorado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FONTANETTI, A. et al. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe agropecuário**, v.27, n.233, p.127-136, 2006.

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S. **Manejo integrado de plantas invasoras na agricultura orgânica**. Embrapa – Planaltina-DF, 2003. (Documento, 106).

FORNAROLLI, D. A. et al. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.97-107, 1998.

GALVÃO, J. C. C. *Característica física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânicas e mineral contínuas*. 1995. 194 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

GAZZIERO, D. L. P. et al. **As Plantas Daninhas e a Semeadura direta**. Embrapa Soja (Circular Técnica, 33). 2001.

GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 419-427, 2004.

GOMES, JR. F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J . Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 26, p. 789-798, 2008.

HATCHER, P. E.; MELANDER, B. Combining physical, cultural and biological methods prospects for integrated nonchemical weed management strategies. **Weed Res.**, v. 43, p. 303-322, 2003.

JAKELAITIS, A. et al. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta daninha**, vol.22 no.4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.71-79, 2003a.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.89-95, 2003b.

KOZLOWSKI, L. A. et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.

KREBS, C. J. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. New York: **Harper & Row Publisher**, 1985. p. 513-572.

LACERDA, A.L.S. **Banco de sementes de plantas daninhas**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/plantas_daninhas/index.htm>. Acesso em: Agosto de 2009.

LORENZI, H. 1994. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4. Ed. Plantarum. Nova Odessa, SP. 299 p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto plantarum, 2000. 608 p.

MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 641-647, 2006.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MILES, J. E.; NISHIMOTO, R. K.; KAWABATA, O. Diurnally alternating temperatures stimulates sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers. **Weed Sci.**, v. 44, p. 122-125, 1996.

Mc CUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD VERSION 4.0**; Multivariate analysis of ecological data; Users guide Glaneden Beach: MJM Software Design. 237p. 1999.

MONQUERO, P. A.; CURY, J. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Controle pelo glyphosate e caracterização geral da superfície foliar de *Commelina benghalensis*, *Ipomoea hederifolia*, *Richardia brasiliensis* e *Galinsoga parviflora*. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.123-132, 2005.

MUELLER DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, Willey and Sons, 1974. 574p.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PASQUALETTO A. et al. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão a culturas de safrinha no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 31(2): 133-138, 2001.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1- 7, 2000.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: ROSSELO, R. D. **Siembra Directa en el Cono Sur**. Montevideo: Procisur, 2001. v. 1. p. 203-210. 2001.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Revista Bragantia**, v. 60, n. 3, 201-204, 2001.

SILVA, A.A. da; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R. Milho e feijão: A tiririca é considerada a planta daninha mais disseminada e nociva do mundo; saiba como fazer o manejo adequado, prejuízo a vista. **Revista cultivar**, julho, 2002.

SILVA., A. A. da. et al. Aspectos Fitossociológicos da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Planta daninha**, v. 23, n.1,p.17-24, 2005.

SOUZA, M.C. et al. Emergência de *Bidens pilosa* em diferentes profundidades de semeadura. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 29-34, 2009.

THEISEN, G.; VIDAL, R.A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 189-196, 1999.

TRAVLOS, I.S. et al. Potential effects of diurnally alternating temperatures and solarization on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tuber sprouting. **Journal of Arid Environments**, v. 73, Issue 1, january, 2009. Pages 22-25, 2009.

VAZ de MELO, A. *Sistema de plantio direto para milho-verde*. 2004. 61 pg. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

ZANIN, G. et al. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. **Agric. Ecosy. Environ.**, v. 66, p. 177-188, 1997.

Capítulo 2

INTERFERÊNCIA DO FEIJÃO-DE-PORCO NA DINÂMICA DE PLANTAS DANINHAS NO CULTIVO DO MILHO ORGÂNICO EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO

1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica depende do desenvolvimento de sistemas de produção que contemplem o manejo conservacionista do solo e o aporte de nutrientes oriundos de fontes renováveis, com base em resíduos orgânicos localmente disponíveis, de origem vegetal e animal (CASTRO et al., 2005).

Na produção orgânica de grãos, o sistema de preparo de solo é feito geralmente pela aração e gradagem, o que, de certa forma, contradiz os princípios da agricultura orgânica, já que ela visa à sustentabilidade (FONTANETTI, 2008). Em decorrência disso, a prática do plantio direto vem sendo apontada como um sistema capaz de se enquadrar no conceito de sustentabilidade (DAROLT e SKORA NETO, 2003). No entanto, o plantio direto sem o uso de herbicidas é um grande desafio e, por isso, pesquisas que viabilizem práticas culturais alternativas para o manejo das plantas daninhas são necessárias.

No manejo das plantas daninhas em sistemas de plantio direto orgânico, o princípio da prevenção deve ser privilegiado, utilizando plantas de cobertura com elevada produção de palha e/ou efeito alelopático, com capacidade de inibir o crescimento das infestantes (VAZ de MELO et al., 2007). Além dos efeitos oriundos da palha, outros fatores físicos e biológicos, bem como a interação entre eles, são importantes no controle de plantas daninhas.

Nesse sistema de produção, o método químico é substituído, na maior parte das vezes, por métodos mecânicos, como a roçada, que elimina apenas a parte aérea das plantas daninhas, permanecendo no solo o sistema radicular e as estruturas como os rizomas, estolão e tubérculos, que restabelecem rapidamente o crescimento, voltando a competir com a cultura pelos fatores de produção (FONTANETTI, 2008), além de privilegiar o estabelecimento de espécies que possuem elevada capacidade de rebrota como a *Bidens pilosa* (VAZ de MELO, 2004).

De acordo com Darolt & Skora Neto (2003), não existem receitas ou pacotes prontos em agricultura orgânica, e a cada safra a estratégia de controle das infestantes pode ser alterada em função de variáveis como clima, nível de infestação, quantidade de cobertura, variedade utilizada, mercado etc.

Uma das alternativas pode ser o uso de plantas como adubo verde para formação da palhada ou em consórcio com a cultura a ser explorada. A adubação verde ocupa lugar de destaque entre as alternativas econômicas e ambientais para o manejo de nutrientes visando à produção de milho orgânico. Seu papel positivo no consórcio com milho é observado sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, na dinâmica de pragas, doenças e plantas daninhas, bem como em seu potencial produtivo (AMADO et al., 1999; PORTE et al., 2003).

A escolha da espécie para adubo verde a ser plantada e o manejo dependerão do objetivo pretendido. Na maioria das vezes, procuram-se espécies de crescimento rápido, com boa cobertura do solo e com grande produção de fitomassa vegetal (SAMINÊZ et al., 2007). Sua utilização pode ser feita em cultivo exclusivo ou em consórcio. O cultivo exclusivo, em rotação, ainda que apresente bons resultados à cultura do milho plantado no verão seguinte, apresenta o inconveniente de não proporcionar rendimento econômico. Por outro lado, o cultivo intercalar possibilita que ambas as culturas sejam cultivadas numa mesma época. De acordo com Fávero et al. (2001), o uso de leguminosas para adubação verde promove modificações na dinâmica de sucessão das espécies infestantes, indicando uma possível seleção dessas espécies imposta pelas mudanças edafoclimáticas promovidas pelas leguminosas.

Estudos já verificaram a ação específica da inibição das plantas daninhas por estas espécies utilizadas para adubação verde, como exemplo, citam-se: a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) exercendo ação inibitória sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*) (LORENZI, 1984) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) exercendo ação alelopática, principalmente sobre a tiririca (CALEGARI, 1995; FONTANETII et al., 2004; MONQUEIRO et al., 2009).

Entre as leguminosas usadas para adubação verde, o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é uma das mais propícias para o cultivo consorciado devido às suas características morfológicas e fisiológicas (PERIN et al., 2007). Vários estudos têm constatado o efeito benéfico do consórcio do milho com feijão-de-porco, destacando-se: aumento na produção de grãos de milho (HEINRICHS

et al., 2002); diminuição na população de plantas daninhas (SKORA NETO, 1993); aumento no aporte de nitrogênio (SPAGNOLLO et al., 2002); e aumento na quantidade de matéria seca no sistema plantio direto orgânico (FONTANETTI, 2008).

A presença das plantas daninhas nos cultivos leva à necessidade de se avaliar o nível de infestação e se fazer o controle adequado para que elas não prejudiquem o desenvolvimento vegetativo e produtivo das culturas (SANTOS et al., 2004). Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas num determinado momento. Repetições programadas dos estudos fitossociológicos podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, podendo essas variações estar associadas às práticas agrícolas adotadas. A análise estrutural ou levantamento fitossociológico de uma determinada lavoura é muito importante para que se possa ter parâmetros confiáveis acerca da composição florística das plantas daninhas de um determinado nicho (OLIVEIRA & FREITAS, 2008).

Ainda são escassos os estudos sobre o comportamento da comunidade de plantas daninhas em áreas com plantio direto de milho orgânico ao longo do tempo, sendo esses estudos importantes para melhoria da produtividade do milho. Em alguma situação pode ser necessária uma aração a cada quatro ou cinco anos de implantação do sistema, já que, sem a utilização de herbicidas, algumas espécies são beneficiadas, e o nível de infestação inviabiliza a produção do milho. Segundo Lacerda et al. (2007), técnicas que promovem a inversão das camadas de solo, como a aração, resultam na melhor distribuição das sementes ao longo do perfil e no enterrio de grande quantidade delas, podendo impossibilitar a germinação e emergência de parte da população de certas espécies, mas também podem quebrar a dormência e favorecer a germinação de outras.

O trabalho teve por objetivo avaliar a dinâmica e a similaridade das comunidades de plantas daninhas durante quatro anos agrícolas consecutivos no cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão-de-porco no sistema de plantio direto orgânico, intermediado por um plantio convencional (aração e gradagem).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2005/06 a 2008/09, na Estação experimental de Coimbra-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa.

A área experimental de 1984 até 2002 foi cultivada em parcelas permanentes com adubação mineral e outra com adubação orgânica, sendo o preparo do solo feito com uma aração e duas gradagens (GALVÃO, 1995). No ano agrícola de 2003/04 até 2005/06, essas parcelas antes aradas e gradeadas passaram a ser cultivadas no sistema de plantio direto, permanecendo os tratamentos originais (fontes minerais solúveis e orgânicas de adubação), numa sequência de milho e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), esta última utilizada como produtora de palhada (Anexo 1).

Na safra de 2006/2007, uma semana antes do plantio do milho, toda a área experimental foi arada e gradeada, método usado para controlar as plantas daninhas, uma vez que a infestação se encontrava alta, principalmente nas parcelas conduzidas anteriormente no sistema de plantio direto orgânico (esta ação foi considerada preparo do solo convencional intermediário). Nos anos agrícolas seguintes, 2007/2008 e 2008/2009, retornou-se ao sistema de plantio direto. As condições de temperatura e precipitação na data da aração e gradagem podem ser observadas na Tabela 3, ressaltando que o solo se encontrava friável.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental teve área total de 64 m², com 12 m² centrais de área útil. O espaçamento entre linhas do milho no ano agrícola 2005/06 foi de 1 m, sendo reduzido para 0,80 m em 2006/07, 2007/08 e 2008/09. Nos anos agrícolas 2005/2006 a 2007/08, a variedade utilizada foi UFVM 100 - Nativo, no ano agrícola 2008/09 a variedade utilizada foi UFVM 200 – Soberano, ambas de polinização aberta. A população de plantas em todos os anos agrícolas foi de 50.000 plantas por hectare.

Os tratamentos foram: plantio direto com composto orgânico na dose de 40 m³ ha⁻¹ e aplicação de herbicidas (PDT); plantio direto com composto orgânico, na dose de 40 m³ ha⁻¹ e utilização da roçada como método de controle das plantas daninhas (PDO1); plantio direto com composto, 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear e o controle das daninhas com a

roçada (PDO2) e plantio direto com composto, 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de seis plantas por metro linear e o manejo das plantas daninhas com a roçada (PDO3).

O solo é classificado de Argissolo Vermelho-Amarelo, e as características químicas do solo nos sistemas de manejo estudados estão discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de características químicas de amostras do solo da área experimental.

Tratamentos*	PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC (T)	P	K	MO
	H ₂ O	=====Cmol _c dm ⁻³ =====			=====mg dm ⁻³ =====		=====dag kg ⁻¹ =====	
PDT	6,1	5,1	2,3	68,9	7,0	23,3	256	6,8
PDO1	6,4	5,3	2,5	71,7	8,5	25,0	282	7,0
PDO2	6,2	4,2	2,3	62,3	7,1	26,0	281	6,5
PDO3	6,1	3,9	2,1	62,0	7,0	32,0	284	6,2

* PDT (plantio direto com composto e herbicida); PDO1 (plantio direto com composto e roçada); PDO2 (plantio direto com composto + feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear e roçada); e PDO3 (plantio direto com composto + feijão-de-porco na densidade de seis plantas por metro linear e roçada)

Nessas safras, a aveia preta foi semeada a lanço (80 kg ha⁻¹ de sementes). No florescimento, as plantas de aveia foram cortadas com ceifadeira ficando a palhada exposta ao sol para dessecação natural nas parcelas orgânicas (PDO1, PDO2 e PDO3). No sistema tradicional (PDT), a dessecação foi feita com glyphosate na dose de 720 g i.a. por hectare. A produção de matéria seca da palhada de aveia preta (t/ha) encontra-se na Tabela 2.

Em todos os tratamentos, a adubação foi feita com composto orgânico na dose de 40 m³ ha⁻¹ aplicado em superfície ao lado da linha de semeio, após a emergência do milho. Os resultados da análise química do composto orgânico foram: 29,02 dag kg⁻¹ de carbono total; 0,31 dag kg⁻¹ de P; 0,36 dag kg⁻¹ de K; 1,05 dag kg⁻¹ de Ca; 0,20 dag kg⁻¹ de Mg; 1,17 dag kg⁻¹ de N total; 22 % de umidade; e 0,87 g cm⁻³ de densidade.

O controle de plantas daninhas na cultura do milho no tratamento PDT foi feito com a aplicação dos herbicidas atrazine (1,5 kg ha⁻¹) e nicossulfuron (12 g ha⁻¹) em pós-emergência nos estádios de quatro e oito folhas completamente

desenvolvidas do milho. Nos demais tratamentos, o manejo das plantas daninhas foi feito por meio de duas roçadas com ceifadeira motorizada nos estádios de quatro e oito folhas completamente desenvolvidas do milho.

Nos sistemas PDO2 e PDO3, a semeadura do feijão-de-porco foi efetuada simultaneamente com a do milho, na mesma linha de semeio, nas densidades de três e seis plantas por metro linear conforme os sistemas.

Na safra 2006/2007, toda a área experimental foi arada e gradeada e em seguida feito o plantio com as mesmas fontes de adubação, mantendo-se também o controle das plantas daninhas de acordo com os tratamentos: PCO (plantio convencional com adubação com 40m³ de composto orgânico por hectare e herbicidas); PO1 (plantio convencional orgânico, adubação com 40m³ de composto orgânico por hectare e controle das plantas daninhas pela roçada); PO2 (plantio convencional orgânico adubado com composto, 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear e o controle das daninhas com a roçada); e PO3 (plantio convencional orgânico adubado com composto, 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de seis plantas por metro linear e o manejo das plantas daninhas com a roçada).

Os dados climatológicos referentes à temperatura média (°C) e precipitação pluvial (mm) durante a condução dos experimentos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Matéria seca da aveia preta (t/ha), planta formadora de palhada, nos anos de avaliação nos diferentes sistemas de manejo do milho, nas diferentes safras.

Tratamentos*	Matéria seca de aveia preta (t/ha)			
	2005/06	2006/07**	2007/08	2008/09
PDT	0,840 b	0,767 b	3,155 c	1,940 c
PDO1	4,650 a	0,902 b	5,600 b	1,980 c
PDO2	-	2,180 a	6,110 ab	3,510 b
PDO3	-	2,360 a	8,110 a	8,205 a

* PDT (plantio direto com composto e herbicida); PDO1 (plantio direto com composto e roçada); PDO2 (plantio direto com composto + feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear e roçada); e PDO3 (plantio direto com composto + feijão-de-porco na densidade de seis plantas por metro linear e roçada).

**Aração e gradagem (plantio convencional) antes do plantio do milho.

Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

- Avaliação da dinâmica das comunidades de plantas daninhas

Em cada ano agrícola o estudo da dinâmica das plantas daninhas foi realizado efetuando-se três amostragens por parcela com um quadrado de 0,25 m de lado, lançado ao acaso na área útil de cada parcela. Essas amostras foram coletadas nos estádio de quatro folhas completas do milho, antes da aplicação dos herbicidas em pós-emergência e antes do primeiro corte das plantas daninhas com a ceifadeira no sistema orgânico, aproximadamente 25 dias após o plantio.

Em cada amostragem, as plantas foram cortadas rente ao solo, devidamente identificadas e separadas por espécies e famílias e em seguida secas em estufa de ventilação forçada de ar, por 72 horas, a 70°C, para determinação de massa seca. Uma vez obtidos o número de indivíduos por espécie e a matéria seca, foi realizada a análise descritiva através de parâmetros fitossociológicos representados pela importância relativa (IR%), conforme descrição a seguir (PITELLI, 2000).

1 - Índice do valor de importância (IVI), determinado por:

$$IVI = DeR + FeR + DoR$$

em que:

A densidade relativa (DeR) é obtida ao dividir o número de indivíduos de uma determinada espécie encontrada nas amostragens pelo número total de indivíduos amostrados.

A frequência relativa (FeR) é determinada pela frequência absoluta de uma espécie, dividida pela soma da frequência absoluta de todas as espécies.

A dominância relativa (DoR) refere-se à divisão da biomassa acumulada por uma determinada espécie pela biomassa seca total acumulada por toda a comunidade de plantas daninhas

2 - A importância relativa (IR%) é determinada pela divisão do índice de valor de importância de determinada população pelo somatório dos índices de valor de importância de todas as populações da comunidade infestante.

A escolha do índice de importância relativa para descrever as mudanças populacionais da comunidade infestante e das espécies daninhas deve-se ao fato de o mesmo ser o que melhor expressa a relação entre as populações de plantas daninhas componentes da comunidade infestante, pois considera a frequência de

ocorrência, o número de indivíduos e a massa seca acumulada dessas populações (CARVALHO et al, 2008).

- Avaliação da similaridade das comunidades de plantas daninhas.

Para a determinação da similaridade das plantas daninhas entre os diferentes manejos, foi realizada com a elaboração de uma matriz de presença e ausência de espécies e a partir desta construído um dendrograma de similaridade entre todas as parcelas do estudo. O dendrograma foi feito com todas as espécies amostradas por meio do programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (Mc CUNE & MEFFORD, 1999). Na elaboração do dendrograma, foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard (MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), cuja fórmula é:

$$S_j = (c/a+b-c)*100;$$

a = número de espécies exclusivas da área A;

b= número de espécies exclusivas da área B; e

c= número de espécies comuns às duas áreas.

E para a interpretação da similaridade entre as parcelas, utilizou-se o método de agrupamento da média de grupo (UPGMA) em que o agrupamento é feito a partir da média aritmética dos elementos.

Tabela 3: Dados referentes à precipitação acumulada (mm) por decênio: entre os dias 1-10, 11-20 e 21-30 e temperatura média (°C) observada no período de condução dos experimentos, novembro de 2005 até abril de 2009.

Mês	Ano agrícola																			
	2005			2006			2007			2008			2009							
	Precipitação por decênio (mm)		T (°C)	Precipitação por decênio (mm)		T (°C)	Precipitação por decênio (mm)		T (°C)	Precipitação por decênio (mm)		T (°C)	Precipitação por decênio (mm)		T (°C)					
Jan	17	78	63	22,7	8	10	90	23,1	91	70	198	22,6	45	44	163	21,5	78	35	89	22,4
Fev	7	116	78	22,1	13	66	21	23,7	52	40	0	22,3	71	8	73	22,7	15	117	13	23,1
Mar	153	48	93	22,3	91	47	7	22,8	0	23	0	22,3	67	113	23	22,7	30	49	188	20,7
Abr	8	3	64	21,1	27	58	0	20,5	0	3	30	22,2	57	22	8	22,5	4	12	0	18,4
Mai	1	2	46	18,8	1	1	3	17	0	0	22	20	0	0	0	18,1	-	-	-	
Jun	1	21	22	17	0	0	14	15,8	4	0	0	17	1	0	11	15,7	-	-	-	
Jul	11	25	1	16,1	1	0	0	15,2	0	0	6	16,5	33	0	0	15,3	-	-	-	
Ago	13	19	0	18,2	0	0	0	18,2	0	0	0	18,6	2	0	0	18,1	-	-	-	
Set	0	8	29	19,9	0	24	39	18,8	16	0	0	18	0	96	32	18,5	-	-	-	
Out	6	0	57	22	11	26	3	20,6	0	40	48	20,8	4	25	1	20,4	-	-	-	
Nov	54	45	43	20,6	28	29	0	21,2	28	3	17	21,8	61	105	54	21,2	-	-	-	
Dez	63	151	29	20,5	16	45	140	22,5	46	104	58	22,8	63	261	144	22,1	-	-	-	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quatro anos agrícolas avaliados, foram identificadas 20 espécies, distribuídas em nove famílias. As espécies daninhas mais constantes foram: *Artemisia verlotorum*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Bidens pilosa*, *Digitaria sp*, *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis*.

Os resultados da dinâmica das comunidades de plantas daninhas que infestaram a cultura do milho nos diferentes sistemas estão representados pela sua importância relativa (IR%) nas Figuras de 2 a 8, e o índice de similaridade entre os sistemas está representado pelos dendogramas de similaridade nas Figuras de 9 a 12, nos anos agrícolas de 2005/06 até 2008/09.

A espécie *Artemisia verlotorum* (losna) foi observada em todos os sistemas estudados ao longo das avaliações (Figura 2). Essa espécie é considerada de difícil controle, pois sua propagação ocorre tanto via sementes, como por rizomas (LORENZI, 2000).

No tratamento PDT, o uso do herbicida dessecante (glyphosate) não apresentou controle efetivo da *A. verlotorum*, verificando-se menor IR% apenas após a aração realizada em 2006. De acordo com Brighenti et al. (1993), *A. verlotorum* é tolerante à maioria dos herbicidas utilizados, principalmente nas culturas de milho e soja, e a utilização contínua de um mesmo princípio ativo nestas áreas causa alterações na flora nativa, selecionando espécies resistentes.

No primeiro ano avaliado (2005/2006), a losna apresentou elevada IR (acima de 30%) nos sistemas PDO2 e PDO3, fato que foi mantido com a aração no ano agrícola 2006/2007. O corte da parte aérea e rizomas dessa espécie, pela aração e gradagem, proporcionou rápida rebrota dos rizomas que repovoaram as parcelas. Contudo, com o retorno ao plantio direto, ocorreu redução da IR da espécie em decorrência, provavelmente, da maior produção de palha da aveia preta nesses sistemas, devido aos prováveis efeitos nutricionais promovidos pela presença da leguminosa. Na última avaliação realizada no ano agrícola 2008/2009, a menor porcentagem de IR foi verificada no PDO3, tratamento com maior densidade do feijão-de-porco, indicando que a leguminosa consorciada com o milho reduziu IR da losna no sistema de plantio direto orgânico.

Vários trabalhos têm verificado redução da infestação de plantas daninhas em sistemas consorciados com adubos verdes, sendo evidenciada principalmente

no final do ciclo e no período de pós-colheita (ARAÚJO et al., 2007; FERNANDES, et al., 1999; SKORA NETO, 1993; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001a, 2001b; FONTANETTI, 2008; MONQUERO., et al, 2009).

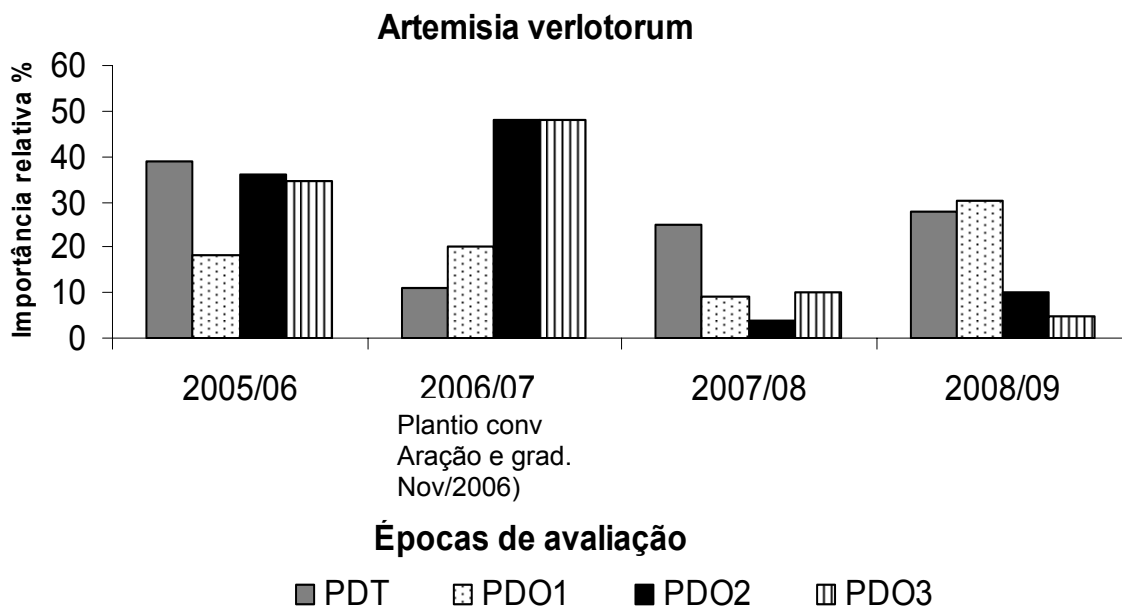


Figura 2: Importância relativa da espécie *Artemisia verlotorum* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); e PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

A IR da espécie *Cynodon dactylon* (grama-seda) foi menor do que a da espécie *A. verlotorum* (Figura 3). No tratamento PDO1, a espécie apresentou-se constante nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, não sendo influenciada pela aração realizada no ano 2006/07. Nos demais anos agrícolas, ocorreu diminuição da IR, fato que pode ser atribuindo, entre outros fatores, ao aumento na quantidade de palhada produzida pela aveia preta (Tabela 2).

De acordo com Lorenzi (2000), a propagação da grama-seda é feita de forma vegetativa com produção de grande número de rizomas e estolões. Com o controle feito por meio da roçada, ocorre o corte da parte aérea das plantas, conseqüentemente, pode não haver redução da capacidade reprodutiva e regenerativa a ponto de diminuir a infestação dessa espécie na área (FONTONETTI, 2008).

No PDT, cujo controle foi feito com herbicida, a IR apresentou-se acima de 8% ao longo das avaliações, verificando-se na safra de 2007/2008 que a IR desse

tratamento foi maior do que nos demais tratamentos, indicando ineficácia do controle com herbicida dessecante. De acordo com Martini et al. (2002), o glyphosate é uma das melhores alternativas para o controle químico de *Cynodon dactylon*. No entanto, além da dose do herbicida, outros fatores podem interferir no controle de plantas daninhas como a propagação vegetativa e a temperatura (DEVINE et al., 1983), além das condições da planta, se secas ou biologicamente ativas.

Nos tratamentos com consórcio do milho com o feijão-de-porco (PDO2 e PDO3), a espécie *Cynodon dactylon* não se apresentou de forma constante. No primeiro ano agrícola (2005/06), a menor taxa de IR foi verificada no tratamento PDO3, porém, com aração realizada em 2006 houve aumento de 15% na IR para o mesmo tratamento. Com o retorno do plantio direto no ano agrícola 2007/2008, a espécie não foi observada no tratamento PDO3, mas com a continuidade do sistema plantio direto a espécie reapareceu. Resultados diferentes foram observados no PDO2, pois a aração realizada em 2006 proporcionou redução na IR da grama-seda, contudo com o retorno do plantio direto verificou-se aumento da IR, não constatado na última avaliação no agrícola 2008/2009. Diferenças na densidade do feijão-de-porco proporcionaram diferenças na dinâmica da espécie. Fatores como quantidade de biomassa produzida pelas leguminosas, banco de sementes existente das plantas daninhas e fatores edafoclimáticos influenciam na eficiência das leguminosas em reduzir as populações de plantas daninhas (FÁVERO et al., 2001).

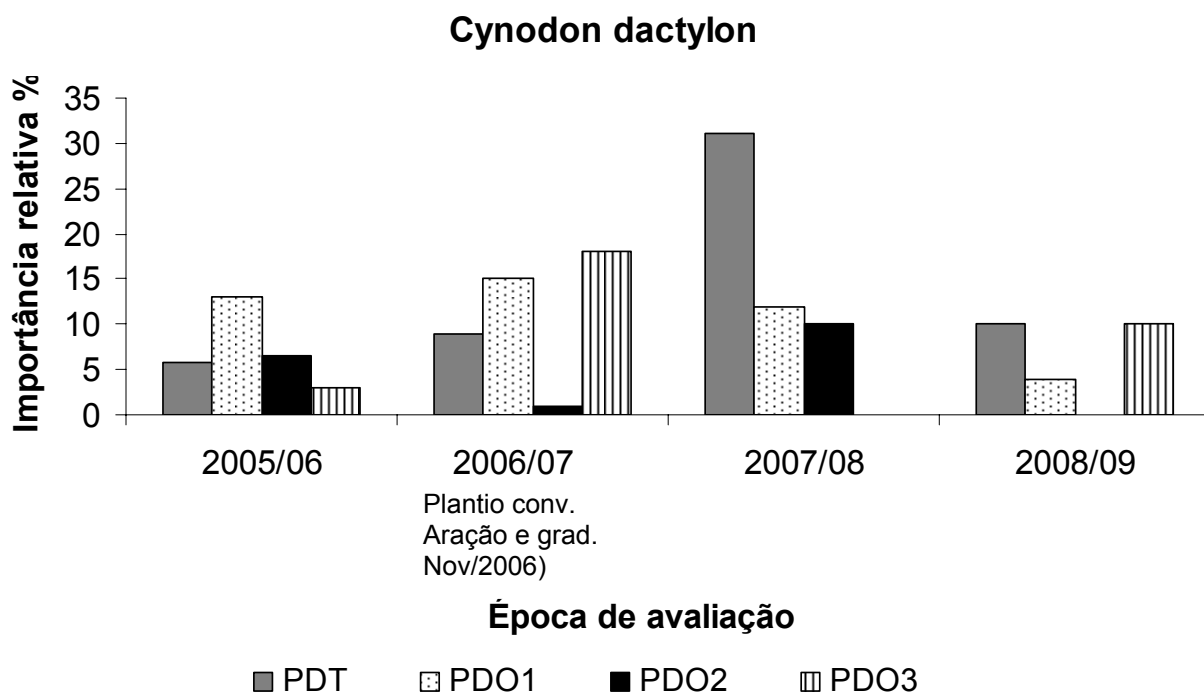


Figura 3: Importância relativa da espécie *Cynodon dactylon* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

A espécie *Bidens pilosa* (picão-preto) ocorreu no tratamento PDT somente no ano em que o plantio foi feito de forma convencional (aração e gradagem). Nos demais anos agrícolas em que houve semeadura direta, não houve infestação do picão-preto, atribuindo-se este resultado à aplicação do herbicida dessecante (glyphosate), assim como ao efeito do pós-emergente na safra anterior, nesse tratamento (Figura 4).

Nos sistemas orgânicos, observaram-se diferenças nas taxas de IR da *B. pilosa*. No tratamento PDO1, a IR manteve acima de 20% em todos os anos agrícolas avaliados, e a maior taxa de IR (47%) foi verificada no ano agrícola 2007/2008, indicando que o aumento na quantidade da palhada não impediu a emergência da espécie (Tabela 2). Chiovato et al. (2007) observaram que a roçada não proporcionou controle eficaz da espécie *B. pilosa* no cultivo de milho orgânico, confirmando os resultados de Vaz de Melo (2004) que constatou que a utilização da roçada no sistema de plantio direto orgânico tem levado ao estabelecimento de espécies de plantas daninhas que apresentam rebrota, como a *B. pilosa*, dificulta o manejo.

Verificou-se que seis plantas por metro linear de feijão-de-porco (PDO3) proporcionaram controle eficiente da *B. pilosa*, fato que se acentuou com a continuidade desse sistema. Por se tratar de uma espécie fotoblástica positiva, a *B. pilosa* necessita de certa quantidade de luz solar para germinar. As plantas de feijão-de-porco, mesmo com baixo desenvolvimento, já que na época da avaliação elas ainda não estavam com suas folhas completamente expandidas e também pela palhada deixada pelas plantas de aveia preta na área (8,2 t/ha) (Tabela 2), houve um maior sombreamento, reduzindo a germinação e o desenvolvimento dessa espécie. Vaz de Melo et al. (2007) também verificaram menores taxas de IR para *Bidens pilosa* em sistemas orgânicos, atribuindo o resultado à maior quantidade de palhada.

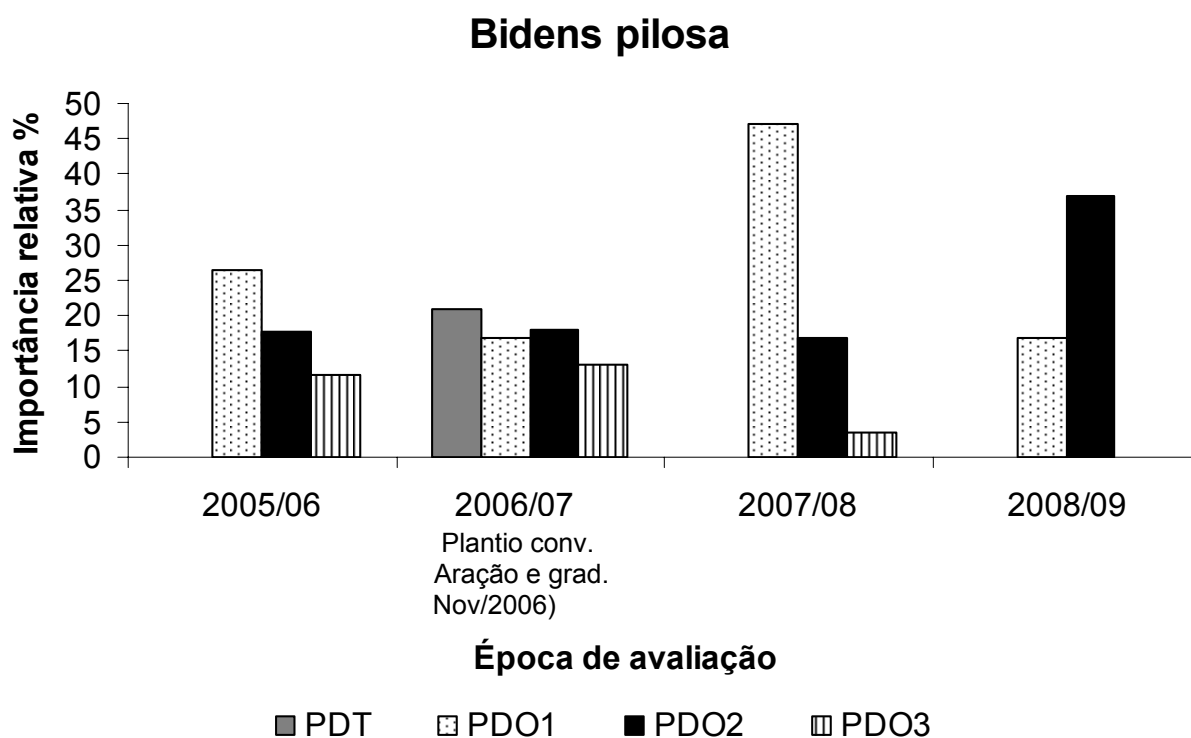


Figura 4: Importância relativa da espécie *Bidens pilosa* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

Para a espécie *Cyperus rotundus* (tiririca), observou-se que a manutenção da semeadura direta proporcionou aumento na IR em todos os sistemas estudados, e as maiores taxas de IR foram apresentadas no tratamento tradicional PDT e no tratamento orgânico PDO3. Na maioria das avaliações, os

resultados indicam dificuldade no controle da espécie, pois tanto a utilização do herbicida dessecante no PDT, quanto a presença do feijão-de-porco e, conseqüentemente, maior produção de palha de aveia preta no PDO3 não foram eficazes no controle da espécie (Figura 5). Contudo, Jakelaites et al. (2003) verificaram menor infestação da tiririca no plantio direto tradicional com a utilização de herbicidas.

A tiririca, considerada a planta daninha mais disseminada e agressiva da Terra, se multiplica por sementes e em especial, vegetativamente, a partir de rizomas e bulbos subterrâneos, sendo estes os motivos da sua vantagem competitiva com as culturas (PAIXÃO, 2008).

Com o plantio convencional em 2006, foram verificadas diminuições na infestação da espécie nas parcelas PDT, PDO1 e PDO2 e supressão total na parcela orgânica PDO3.

Na época da avaliação, as plantas de feijão-de-porco não se encontravam totalmente desenvolvidas, fato que pode ter favorecido a emergência da tiririca, já que ela apresenta rápido crescimento, contudo observou-se que assim que as plantas de milho juntamente com a leguminosa cresciam, o sombreamento proporcionado por elas controlou totalmente a espécie. Segundo Silva et al. (2001), a tiririca é uma espécie C4, necessitando desenvolver-se em condições de alta temperatura e luminosidade para que ocorra eficiência na fotossíntese, tornando-se, portanto, pouco competitiva em condições de baixa temperatura e/ou intensidade luminosa.

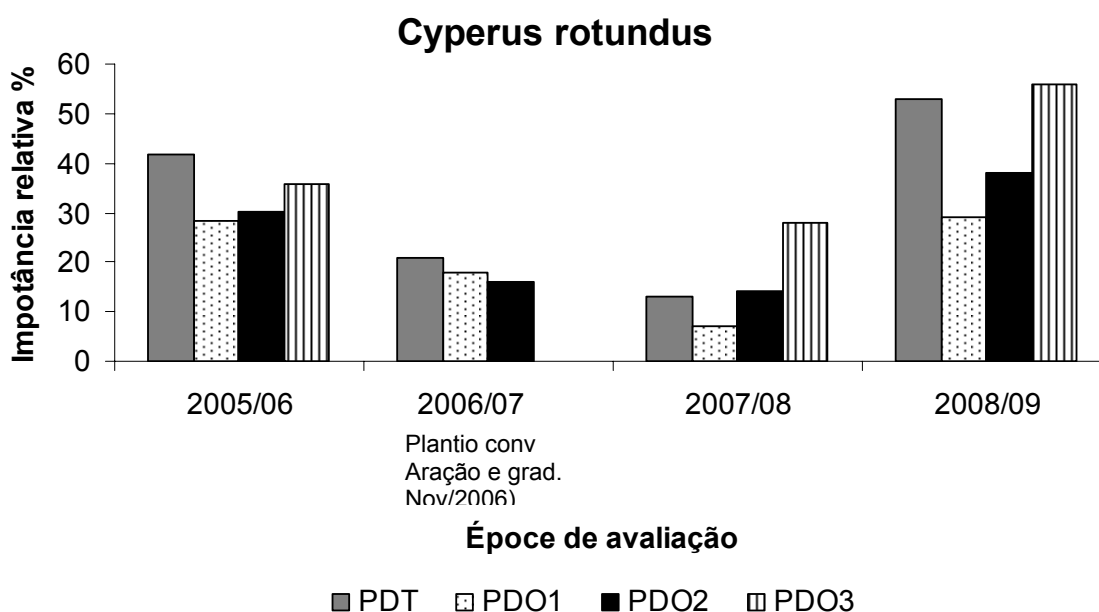


Figura 5: Importância relativa da espécie *Cyperus rotundus* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

A espécie *Digitaria sp* (capim colchão) foi a que apresentou as menores porcentagens de IR entre as espécies estudadas, com taxa máxima de 17% (Figura 6). A espécie se caracteriza por apresentar lento crescimento inicial, perdendo a competição com espécies de rápido estabelecimento, e o aumento do sombreamento proporcionado por outras plantas retarda seu crescimento por se tratar de uma espécie que apresenta metabolismo C4, dependendo de alta temperatura e intensidade luminosa para o seu desenvolvimento (SILVA et al., 2009).

A *Digitaria sp* infestou o tratamento PDO1 a partir do ano em que foi realizada a aração (2006/07) e se manteve pelos dois anos consecutivos em que houve o retorno da semeadura direta. O método da roçada utilizado nesse sistema contribuiu para o estabelecimento da espécie.

No tratamento PDO3, a espécie apresentou IR baixa (4%) em 2005/06, mas com o plantio convencional realizado no ano agrícola 2006/07, houve aumento da IR em 10%. Com o retorno do plantio direto, a espécie não infestou a parcela. O aumento da quantidade de palhada nos dois últimos anos agrícolas, associado ao consórcio do milho com o feijão-de-porco, provavelmente, contribuiu para o controle da espécie (Tabela 2). De acordo com Burle et al. (2006), a eficiência no controle de plantas daninhas pelo feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é atribuído principalmente ao seu efeito alelopático.

Nos demais sistemas, PDT e PDO2, a espécie esteve presente apenas no ano agrícola 2007/08, com o retorno do plantio direto (Figura 6).

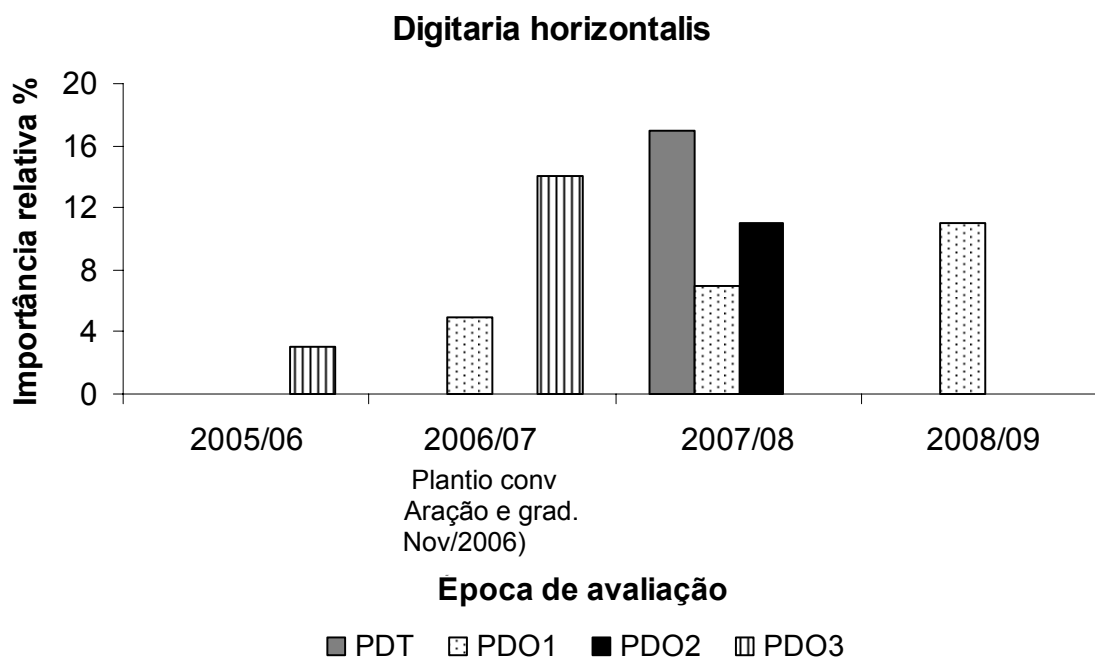


Figura 6: Importância relativa da espécie *Digitaria sp* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

No primeiro ano de avaliação, observaram-se baixas taxas de IR% da *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), contudo a aração e a gradagem feitas na safra 2006/2007 estimularam a germinação e o crescimento da espécie em todos os tratamentos estudados (Figura 7).

O principal meio de propagação é por sementes (GRAVENA et al., 2004), que apresentam dormência, sendo essa a causa dos diferentes fluxos de emergência das plantas de *Ipomoea* (AZANIA et al., 2009). A aração e gradagem na área contribuíram para a quebra da dormência e exposição de maior número de sementes na superfície do solo, o que proporcionou aumento da germinação em todos os tratamentos estudados.

Com o retorno do plantio direto, verificou-se infestação da espécie somente no ano agrícola 2007/2008, nos tratamentos PDT e PDO3, em taxas iguais a 11 % de IR.

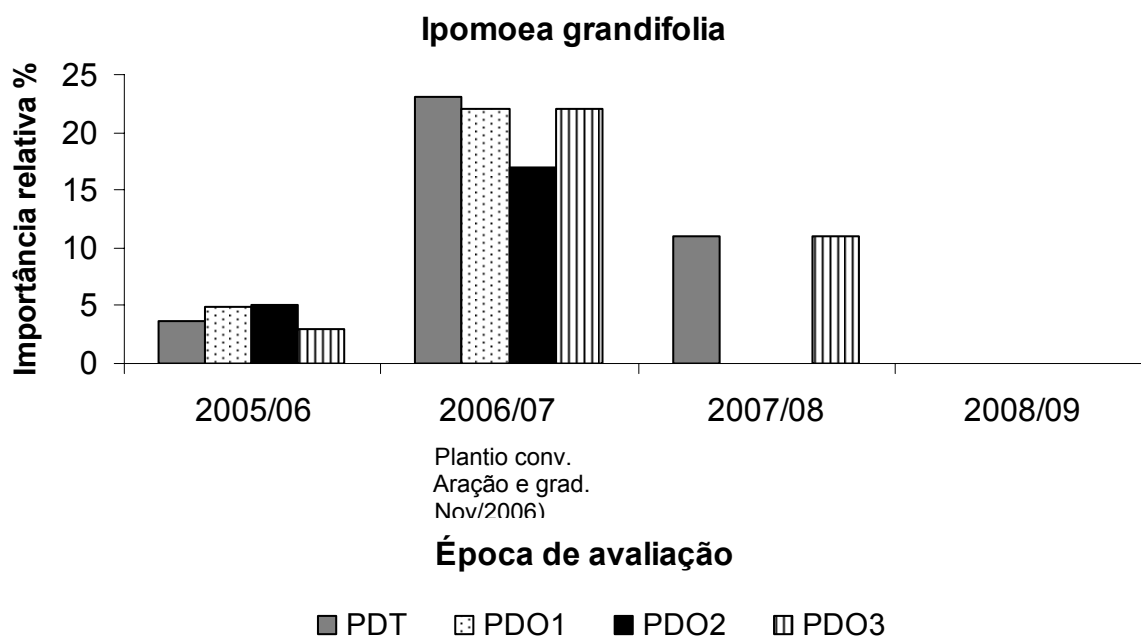


Figura 7: Importância relativa da espécie *Ipomoea grandifolia* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

A espécie *Commelina benghalensis* (trapoeraba) apresentou na safra agrícola 2005/2006 IR inferiores a 10% em todos os sistemas estudados, sendo a menor taxa observada no PDO2. No ano em que foram realizadas a aração e gradagem (2006), houve controle da espécie em todos os sistemas (Figura 8).

Com exceção do tratamento PDT, houve infestação da espécie em todos os sistemas orgânicos com o retorno da semeadura direta, sendo a maior porcentagem verificada no ano agrícola 2008/2009 no PDO2 (plantio direto orgânico consorciado com feijão-de-porco na densidade de três plantas m/linear) com 28% de IR.

A *C. benghalensis* se reproduz tanto por sementes, como vegetativamente e apresenta nítida preferência por solos argilosos, úmidos e sombreados (LORENZI, 2000). O sistema de plantio direto orgânico pode ter favorecido a germinação em decorrência da maior concentração de sementes na superfície do solo, além do aumento do teor de umidade do solo proporcionado pela palhada da aveia preta, visto que esta não foi dessecada por herbicidas, tendendo a permanecer no estado verde por mais tempo na superfície do solo.

Estudo realizado por Voll et al. (1997) sobre a dinâmica de populações *C. benghalensis* sob diferentes manejos de solo identificou maior percentagem de sementes de trapoeraba no plantio direto, atribuindo os resultados às diferentes condições ambientais de umidade e temperatura do ar, favoráveis a uma quebra de dormência e germinação das sementes, e principalmente, a uma alta concentração destas sementes na camada superficial do solo, no período de cinco anos.

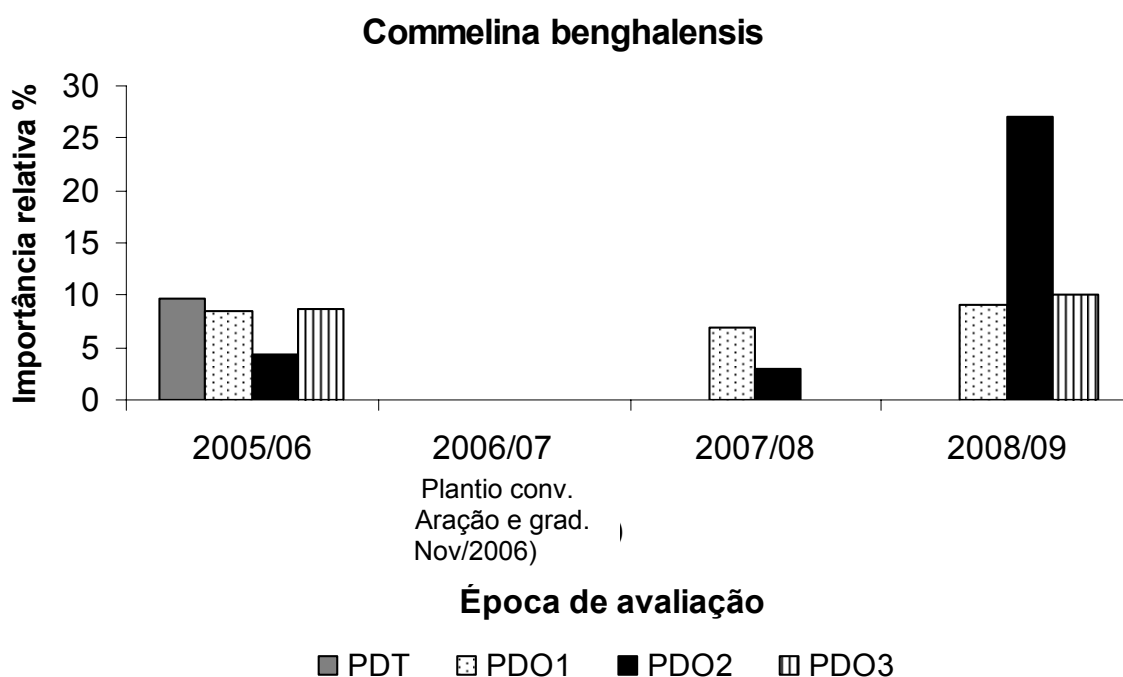


Figura 8: Importância relativa da espécie *Commelina benghalensis* nos seguintes sistemas de plantio: PDT (composto orgânico e herbicida); PDO1 (composto orgânico e roçada); PDO2 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/três plantas por metro linear), e PDO3 (composto orgânico e roçada + feijão-de-porco/seis plantas por metro linear) durante quatro anos agrícolas.

As flutuações das espécies de plantas daninhas na comunidade são consideradas comuns, pois o sistema está em fase de transição e estabelecimento. Em decorrência do tempo de adoção do sistema de plantio direto as espécies de plantas daninhas tendem a se estabelecer ou se extinguir. De acordo com Zanin et al. (1997), a evolução florística da comunidade ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de adoção do sistema de plantio. Dependendo da intensidade, essas alterações podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade sobre a cultura (GHERSA et al., 2000, apud SILVA et al., 2005).

Dessa forma, intensifica-se a necessidade da continuidade dos estudos tanto do efeito da aração após alguns anos de plantio direto, assim como o consórcio do milho com feijão-de-porco, como forma de manejo das plantas daninhas no sistema de plantio direto orgânico, visto que na área em estudo, a infestação das plantas daninhas no sistema orgânico atinge em 3 ou 4 anos níveis de infestação que inviabilizam a produção de milho. Esse tipo de manejo, uma aração a cada três ou quatro anos agrícolas, apesar de não manter todos os benefícios do sistema de plantio direto, ainda assim possibilita melhor conservação do solo em relação ao sistema convencional de cultivo.

Vale ressaltar que a avaliação das plantas daninhas foi realizada na entrelinha do milho. Para trabalhos futuros, essas avaliações podem ser realizadas também na linha do milho, uma vez que o feijão-de-porco, semeado na linha do milho, pode, no período de mato-competição, reduzir a interferência das plantas daninhas sobre a cultura.

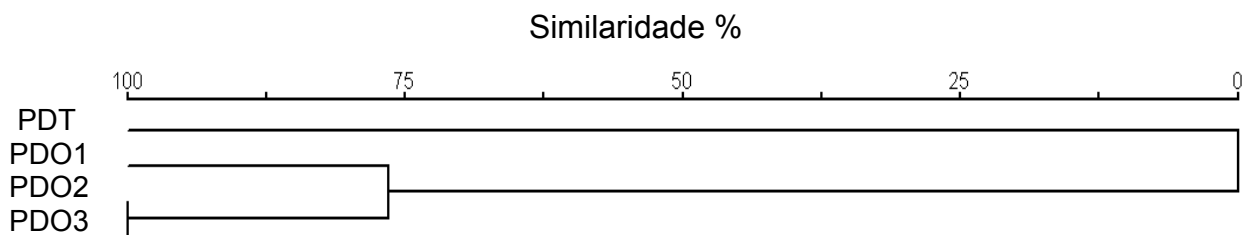
Similaridade entre as comunidades de plantas daninhas em quatro anos agrícolas nos sistemas de plantio direto de milho orgânico.

1º avaliação: ano agrícola 2005/06 (antes da aração).

Com o dendograma de similaridade realizado três anos após a implantação dos sistemas de plantio direto, observou-se a existência de dois grupos com 0% de similaridade: um grupo foi formado pelo sistema PDT, que utiliza herbicida no controle das plantas daninhas, e outro grupo formado pelas parcelas que não utilizaram herbicidas (PDO1, PDO2 e PDO3) (Figura 10).

Entre os grupos de plantio direto orgânico (PDO1, PDO2 e PDO3), verificaram-se dois subgrupos: um com 100% de similaridade, representado pelos tratamentos em que houve o consórcio do milho com a leguminosa em densidades diferentes (PDO2 e PDO3) e outro grupo com a similaridade de 76% para o sistema em que não houve presença da leguminosa (PDO1).

Esses resultados indicam que o método de controle das plantas daninhas por roçada ou herbicida foi o que mais influenciou na composição florística, todavia a presença do feijão-de-porco também influenciou nesta composição.



Legenda:

PDT = Plantio direto adubado com composto orgânico + herbicida dessecante e pós-emergente;
 PDO1 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada;
 PDO2 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear;
 PDO3 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear.

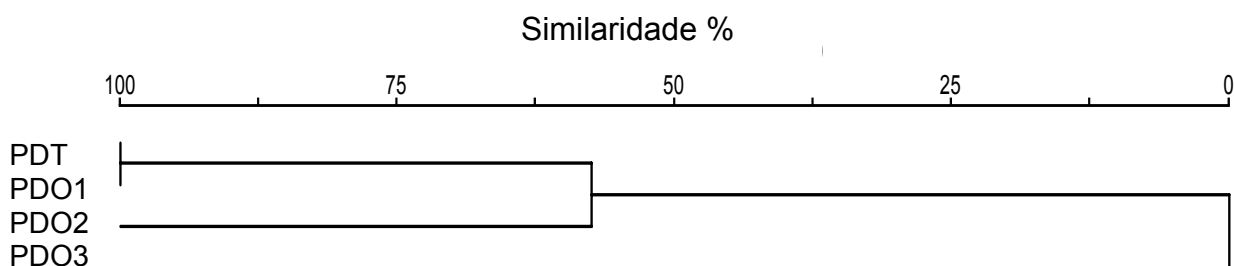
Figura 10. Dendrograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2005/06.

2º avaliação: ano agrícola 2006/07 (Plantio convencional com aração e gradagem).

Verificaram-se mudanças na similaridade com o plantio convencional realizado em 2006, e também se formaram dois grupos com 0% de similaridade, porém diferentes da avaliação anterior. Um grupo formado pelos tratamentos PDT, PDO1 e PDO2, e outro grupo formado exclusivamente pelo tratamento PDO3 (Figura 11).

A não utilização do herbicida dessecante no sistema PDT, em decorrência da aração e gradagem, proporcionou ocorrência das mesmas espécies do sistema em que se utiliza a roçada (PDO1). Os dados confirmam a interferência do tipo de controle no estabelecimento da comunidade de plantas daninhas.

Outra mudança observada após o revolvimento do solo foi a dissimilaridade entre os tratamentos em que houve o consórcio com o feijão-de-porco (PDO2 e PDO3), ambos obtiveram 100% de similaridade na avaliação anterior e passaram a ter 0% de similaridade na avaliação do ano 2006/2007. A densidade das plantas de feijão-de-porco nessas parcelas proporcionou diferenças na composição da comunidade de plantas daninhas após o revolvimento do solo.



Legenda:

PDT = Plantio direto adubado com composto orgânico + herbicida dessecante e pós-emergente;
 PDO1 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada;
 PDO2 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear;
 PDO3= Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear.

Figura 11. Dendrograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2006/07.

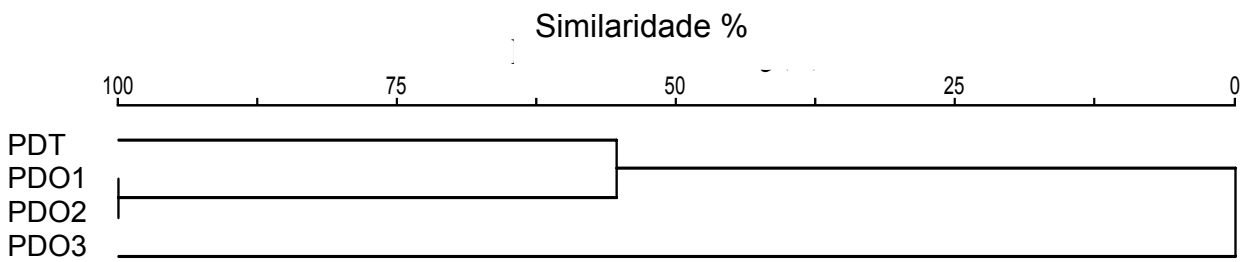
3º avaliação: ano agrícola 2007/08 (Plantio direto).

No primeiro ano da retomada da semeadura direta, não se observaram diferenças entre os grupos que foram formados no ano de 2006/2007: o primeiro grupo formado pelos sistemas PDT, PDO1 e PDO2 e o segundo exclusivamente pelo sistema PDO3 (Figura 12).

Porém, houve diferenças no índice de similaridade nos subgrupos formados. O tratamento em que se utilizou o herbicida (PDT) no controle das plantas daninhas apresentou índice de similaridade de 55% com o subgrupo formado pelos tratamentos PDO1 e PDO2, que apresentaram índices de 100% de similaridade entre si.

Verifica-se novamente que a composição da comunidade de plantas daninhas pode ter sido influenciada pela maior densidade de plantas de feijão-de-porco no tratamento PDO3.

O uso de leguminosas para adubação verde promove modificações na dinâmica de sucessão das espécies espontâneas nas parcelas cultivadas com essas leguminosas, indicando uma possível seleção das plantas daninhas imposta pelas mudanças edafoclimáticas promovidas por elas (FÁVERO et al., 2001).



Legenda:

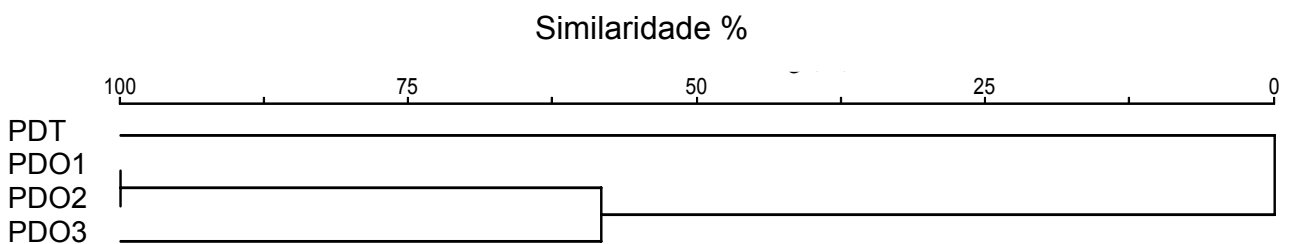
PDT = Plantio direto adubado com composto orgânico + herbicida dessecante e pós-emergente;
 PDO1 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada;
 PDO2 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear;
 PDO3= Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear.

Figura 12. Dendrograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2007/08.

4º avaliação: ano agrícola 2008/09 (Plantio direto)

Com a manutenção da semeadura direta, a composição da comunidade de plantas daninhas nos tratamentos estudados revelou o mesmo resultado verificado na primeira avaliação (2005/2006), em que ocorreram dois grupos formados com 0% de similaridade: um representado exclusivamente pelo tratamento em que houve o uso de herbicida PDT e o outro pelos demais tratamentos orgânicos.

No grupo formado pelos sistemas orgânicos, verificou-se existência de subgrupos: o primeiro formado pelos sistemas PDO1 e PDO2, que mantiveram 100% de similaridade e outro subgrupo com 55% de similaridade formado pelo PDO3.



Legenda:

PDT = Plantio direto adubado com composto orgânico + herbicida dessecante e pós-emergente;
 PDO1 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada;
 PDO2 = Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear;
 PDO3= Plantio direto adubado com composto orgânico e roçada + consórcio com feijão-de-porco na densidade de três plantas por metro linear.

Figura 13. Dendograma de similaridade das espécies de plantas daninhas nos sistemas de manejo do milho na safra 2008/09.

4. CONCLUSÕES

O consórcio milho com seis plantas de feijão-de-porco proporcionou maiores diferenças na composição da comunidade de plantas daninhas em relação aos demais sistemas.

O consórcio do milho com feijão-de-porco, principalmente na densidade de 6 plantas por metro linear, proporcionou redução na importância relativa das espécies *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria sp.*

O plantio convencional (aração e gradagem) intermediário proporcionou reduções do índice de importância relativa das espécies *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis*, no entanto aumentou a importância relativa da espécie *Ipomoea grandifolia* em todos os tratamentos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C. et al. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 23. p. 679-686, 1999.

ARAUJO, J.C. et al. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na pré-amazônia. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007.

AZANIA, C.A.M. et al. Superação da dormência de sementes de corda-de-violão (*Ipomoea quamoclit* e *I. hederifolia*). **Planta daninha**, v.27 n.1. jan./mar. 2009.

BURLE, M. L. et al. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Cerrado: adubação verde. Planaltina: Embrapa cerrados, 2006. p. 711-42.

BRIGHENTI, A M. et al. Crescimento e partição de assimilados em losna. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5 n. 1. p. 41-45, 1993.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 118p. (IAPAR. Circular, 80).

CASTRO, C.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesq. Agrop. Bras**, v.40, p.495-502, 2005.

CARVALHO, L.B. et al. Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante em beterraba de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 291-299, 2008.

CHIOVATO, M.G. et al. Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 277-283, 2007.

DAROLT, M.R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. Set. 2003. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/daroltsist.htm>>. Acesso em 15 set. 2007.

DEVINE, M.D.; BANDEEN, J.D.; MCKERSIE, B.D. Temperature effects on glyphosate absorption, translocation and distribution in quackgrass (*Agropyron repens*). **Weed Science**, Champaign, v.31. p.461-464, 1983.

FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1355-1362, 2001.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1593-1600, 1999.

FONTANETTI, A. *Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho*. 2008. 84p. Tese de doutorado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FONTANETTI, A. et al. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe agropecuário**, v.27, n. 233, p.127-136, 2006.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J. de; MORAIS, A.R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W.F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.967-973, 2004.

GALVÃO, J. C. C. Característica física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubações orgânicas e mineral contínuas. 1995. 194 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

GRAVENA, R. et al. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 419-427, 2004.

HEINRICH, R. et al. Produção e estado nutricional do milho em cultivo consorciado intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 225- 230, jan./mar. 2002.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.89-95, 2003.

LACERDA, A.L.S. **Banco de sementes de plantas daninhas**. 2007. Artigo em Hipertexto Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/plantas_daninhas/index.htm. Acesso em: 23/8/2009.

LORENZI, H. Inibição alelopática de plantas daninhas. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Campinas, SP). *Adubação verde no Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 183-198.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 3. ed. Nova Odessa: Instituto plantarum, 2000. 608 p.

MARTINI, G. et al. Eficácia de uma nova formulação de glifosato para o controle de grama-seda (*Cynodon dactylon*), em pomar de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura** v.24, n.3, p. 683-686, 2002.

Mc CUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD VERSION 4.0**; multivariate analysis of ecological data; Users guide Glaneden Beach: MJM Software Design. 237p. 1999.

MONQUERO, P.A.; et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 27, n. 1, 2009.

MUELLER DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, Willey and Sons, 1974.574p.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PAIXÃO, J. L. de F. *Avaliação de preparos homeopáticos em tiririca (Cyperus rotundus)*. 2008. 40 pg. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PERIN, A. et al. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-deporco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Revista Ciência Agrotec**, v. 31, n. 3, p. 903-908, maio/jun., 2007.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1- 7, 2000.

PORTES, T.A. et al. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciado com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura pecuária**. 1. Ed. Embrapa Arroz e Feijão. p. 303-329, 2003.

SAMINÊZ, T. C. de O.; VIDAL, M. C.; RESENDE, F. V. Comportamento de espécies de adubos verdes sob sistema orgânico de produção no período de inverno do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p 127-129, fev. 2007.

SANTOS, J.C.F. et al. **Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café**. Embrapa Rondônia (documento, 87) 32 p. Porto Velho, 2004.

SEVERINO, F.J. & CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Revista Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 201-204, 2001b.

SEVERINO, F.J.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha** v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001a.

SILVA, A.F. et al. Período anterior à interferência na cultura da soja em condições de baixa, média e alta infestação. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.

SILVA., A. A. et al. Aspectos Fitossociológicos da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Planta daninha**, v. 23, n.1,p.17-24, 2005.

SKORA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SPAGNOLLO, E. et al. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 2, p. 417- 423, abr./jun, 2002.

VAZ de MELO, A. *Sistema de plantio direto para milho-verde*. 2004. 61 pg. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

VAZ de MELO, A. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta daninha**, v. 25, n.3, p. 521-527, 2007.

VOLL, E.; KARAM, D.; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de populações de trapoeraba (*Comelina benghalensis* L.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 571-578, 1997.

ZANIN, G. et al. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. **Agric. Ecosy. Environ.**, v. 66, p. 177-188, 1997.

Capítulo 3

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO MILHO NOS SISTEMAS ORGÂNICO E TRADICIONAL EM PLANTIO DIRETO

1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica vem sendo praticada desde a década de 20 como uma resposta ao processo de industrialização da agricultura, marcado pela tecnificação (TORJUSEN et al., 2001). Com relação às exigências da agricultura orgânica, as mais relevantes para os consumidores são a não utilização de agrotóxicos, fertilizantes químicos sintéticos, de organismos geneticamente modificados, de estimulantes de crescimento sintéticos, de antibióticos e o uso restrito de aditivos em alimentos processados.

No Brasil, a produção de orgânicos teve grande impulso nos últimos dois anos tornando-se o terceiro maior país em áreas destinadas à plantação de orgânicos com total de 1,8 milhões de hectares, segundo a Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica Internacional. Estima-se que a taxa de crescimento desses produtos seja em torno de 30% ao ano (LIU, 2007).

O crescimento da produção orgânica é auxiliado pela pesquisa, ampliação da área plantada e pelo consumo de alimentos mais saudáveis (BARBOSA et al., 2008). Assim, a produção em sistema orgânico, conduzida com acompanhamento técnico, torna-se alternativa a ser implantada nas pequenas propriedades, diversificando as atividades, aumentando a renda e melhorando a qualidade de vida.

O milho é insumo para produção de centenas de produtos, porém seu maior consumo está, principalmente, na cadeia produtiva de suínos e aves, em que são consumidos aproximadamente 70% do cereal. O País ocupa o terceiro lugar em produção do grão, e a safra de 2008/2009 foi de 50 milhões de toneladas, ocupando área de aproximadamente 14 milhões de hectares (CONAB, 2009).

O milho orgânico é um dos produtos com grande potencial de exploração por fazer parte da composição de rações destinadas a aves e suínos orgânicos, estando estas atividades em franca expansão no Brasil (MACHADO & MACHADO, 2004).

No entanto, existe uma contradição na produção orgânica de grãos, pois o sistema de preparo de solo é geralmente feito pela movimentação do mesmo (aração e gradagem), o que não está totalmente de acordo com os princípios da agricultura orgânica, que enfatiza a manutenção e o incremento da matéria orgânica no solo.

Uma alternativa para esse desacordo é a prática do plantio direto seguindo os preceitos da agricultura orgânica. No entanto, adaptar o plantio direto às normas da produção orgânica não tem sido fácil para os pesquisadores, extensionistas e produtores (FONTANETTI et al., 2006)

No Brasil, a utilização do sistema de plantio direto convencional é uma realidade inquestionável, e a participação da cultura do milho em sistemas de rotação e sucessão de culturas assegura sua sustentabilidade, verificando-se rápido aumento de área plantada nesse sistema, que abrange 25 milhões de hectare (CRUZ et al., 2006).

Estudos realizados em sistema de plantio direto mostraram que ocorrem menores perdas de matéria orgânica em decorrência da manutenção dos resíduos vegetais na superfície, e esse acúmulo de matéria orgânica propicia a manutenção e melhoria das propriedades físicas do solo. Ao longo do tempo proporciona elevação na densidade do solo e estabilidade dos agregados na superfície, refletindo-se em adequada qualidade do solo. Essa estabilidade ocorre devido à redução da erosão pelo menor impacto energético das gotas de chuva com menores perdas de nutrientes e água por escoamento superficial e do solo, menor evaporação e possibilidades de melhor reciclagem de nutrientes, além do aumento da atividade biológica do solo (COSTA et al., 2003).

O sucesso do plantio direto depende, entre outros fatores, da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades e qualidade de resíduos adequados, pois a matéria seca tem que ser suficiente para manter o solo coberto durante todo o ano (CERETTA et al., 2002; TORRES, 2008). Conforme Alvarenga et al. (2001) e Nunes et al. (2006), 6,0 t/ha de matéria seca na superfície seriam uma quantidade necessária para uma boa cobertura do solo, e estudos realizados por Cruz et al. (2006) indicam que a quantidade da matéria seca não pode ser inferior a 2,0 t/ha.

Das espécies utilizadas como plantas de cobertura, algumas merecem destaque por seu benefício físico-químico ao solo, entre elas a aveia preta, a

ervilhaca-peluda e o nabo-forrageiro, plantas de inverno utilizadas como antecessoras das culturas econômicas (AMADO, 2002).

A aveia preta (*Avena strigosa* Scheid), por apresentar elevada produção de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura (SÁ, 1996), eficiente reciclagem de nitrogênio, eficiente controle de plantas daninhas, maior resistência a doenças (MAI et al., 2003; SÁ, 1999;) e ciclo adequado, é a espécie de cobertura de solo mais utilizada no sul do Brasil no período de inverno, antecedendo o cultivo do milho, plantado em sistema de semeadura direta (AMADO et al., 2000).

A fertilidade dos solos dentro dos preceitos da agricultura orgânica se baseia fundamentalmente na quantidade e na qualidade da matéria orgânica. Pretende-se construir e manter, por longo prazo, a capacidade do solo para fornecer as condições físicas, químicas e biológicas necessárias para o crescimento das plantas. Assim, as fontes de nutrientes mais empregadas são o composto orgânico e os resíduos vegetais, principalmente as leguminosas (MACHADO, 2006).

A aplicação contínua de composto orgânico ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) diretamente no sulco de plantio com o passar dos anos proporciona aumento de produtividade, aliado à melhoria das características físicas e químicas e à fertilidade do solo, tornando-se viável na adubação do milho em pequenas lavouras, sendo extremamente eficiente para a sustentabilidade da produção (GALVÃO, 1995; MAIA, 1999; SILVA et al., 1998). Trabalhos realizados ao longo dos anos na Universidade Federal de Viçosa-MG têm relatado a importância da adubação orgânica e sua capacidade em substituir completamente a adubação química na produção de grãos de milho. A produtividade de grãos atingiu, ao longo de treze anos, em torno de $8,0 \text{ t ha}^{-1}$ (GALVÃO, 1988, 1995; BASTOS, 1999; MAIA, 1999; SILVA et al., 2008).

Na produção orgânica em sistema de plantio direto podem ocorrer dificuldades no aporte de nutrientes ao sistema, principalmente o nitrogênio, o que é agravado em condições tropicais, pela rápida mineralização da matéria orgânica decorrente de temperatura e umidade elevadas.

Neste sentido, a adubação verde ocupa lugar de destaque por apresentar-se como alternativa econômica e ambiental para o manejo de nutrientes visando à produção de milho orgânico. Seu papel positivo no consórcio com milho é

observado sobre os atributos do solo, na dinâmica de pragas, doenças e plantas daninhas e, ainda, na sua função no manejo, conservação e recuperação e/ou manutenção da fertilidade do solo, assim como no seu potencial produtivo (AMADO et al., 1999; PORTES et al., 2003).

As leguminosas têm geralmente sido mais utilizadas como adubos verdes devido principalmente à sua rusticidade, à elevada produção de matéria seca e ao sistema radicular profundo, além da simbiose com bactérias fixadoras do N₂ atmosférico (ARAÚJO & ALMEIDA, 1993).

Devido à sua arquitetura favorável, o milho pode ser consorciado, dentre outras espécies, com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*), guandu (*Cajanus cajan*) e a crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) (HEINRICHS et al., 2002; SKORA NETO, 1993). Entre estas espécies, o feijão-de-porco tem apresentado bom desempenho em consórcio com o milho, pois se adaptada à condição de luz difusa e explora profundidades e volumes de solo diferentes das plantas de milho (HEINRICHS et al., 2002).

Fontanétti (2008) constatou que a consorciação do milho com feijão-de-porco, na densidade de seis plantas por metro linear da leguminosa, não afetou a produtividade do milho, além de contribuir para o aumento do aporte de nutriente ao solo, podendo ser utilizada para manter a cobertura do solo em sistema de plantio direto.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do milho nos diferentes sistemas orgânico e tradicional em plantio direto durante três anos agrícolas consecutivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram obtidos nos anos agrícolas de 2006/07 a 2008/09, na Estação Experimental de Coimbra-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Coimbra, na Zona da Mata de Minas Gerais, localizada a 20° 50' 30" na latitude sul e na longitude 42° 48' 30" leste.

O experimento vem sendo manejado em parcelas permanentes com adubação mineral e outra com adubação orgânica, sendo o preparo do solo feito com uma aração e duas gradagens de 1984 até 2002 (GALVÃO, 1995). A partir de 2003, o experimento passou a ser cultivado no sistema de plantio direto, sendo os outros tratos culturais mantidos. Foi utilizada uma sequência de milho e aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), esta última utilizada para produzir palhada. Em 2006, em decorrência da alta infestação por plantas daninhas, fez-se uma aração e gradagem em toda área experimental, retornando-se ao plantio direto na safra 2007 até 2008 (Anexo 1).

O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental teve área total de 64 m², com 12 m² centrais de área útil com espaço nas entrelinhas de 0,80 m. Nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08, a variedade de milho utilizada foi UFVM 100 – Nativo, enquanto em 2008/09, a variedade utilizada foi UFVM 200 – Soberano, ambas com polinização aberta. Os tratamentos avaliados foram: PDT1 (plantio direto tradicional sem adubação); PDT2 (plantio direto tradicional com adubação mineral, 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100 kg de N.ha⁻¹ com herbicida); PDT3 (plantio direto tradicional adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹ com herbicida); PDO1 (plantio direto orgânico adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹, + roçada); PDO2 (plantio direto orgânico adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹ e consórcio com feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear + roçada); PDO3 (plantio direto orgânico adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹ e consórcio com feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear + roçada); e PDO4 (plantio direto orgânico adubado com composto orgânico, 40 m³ ha⁻¹ e consórcio com feijão-de-porco que permaneceu na área até o plantio da aveia do ano agrícola seguinte, 190 dias, na densidade de 6 plantas por metro linear + roçada).

Na parcela com adubação mineral PDT2, o adubo foi aplicado no sulco de plantio ($300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ da fórmula 8-28-16), simultaneamente ao semeio do milho, e a ureia ($100 \text{ kg de N} \cdot \text{ha}^{-1}$) foi aplicada em cobertura quando o milho estava no estágio de quatro folhas completamente expandidas.

Nas parcelas com sistemas orgânicos e no sistema tradicional PDT3, a adubação foi aplicada em superfície ao lado da linha de semeio, após a emergência do milho, não tendo sido feita adubação nitrogenada em cobertura.

Os resultados da análise química do composto orgânico foram: $29,02 \text{ dag kg}^{-1}$ de carbono total; $0,31 \text{ dag kg}^{-1}$ de P; $0,36 \text{ dag kg}^{-1}$ de K; $1,05 \text{ dag kg}^{-1}$ de Ca; $0,20 \text{ dag kg}^{-1}$ de Mg; $1,17 \text{ dag kg}^{-1}$ de N total; 22 % de umidade; e $0,87 \text{ g cm}^{-3}$ de densidade.

Nas parcelas em que houve consórcio com feijão-de-porco, a semeadura da leguminosa foi efetuada simultaneamente com a do milho na linha de plantio, nas densidades 3 e 6 plantas por metro linear, conforme os tratamentos.

A aveia preta foi semeada a lanço (80 kg ha^{-1} de sementes). No florescimento, as plantas de aveia foram cortadas com ceifadeira ficando a palhada exposta ao sol, para dessecação natural nos sistemas orgânico de plantio direto (PDO1, PDO2, PDO3 e PDO4). Nos sistemas tradicionais de plantio direto (PDT-1, PDT-2 e PDT-3), a dessecação foi feita com glyphosate na dose de $720 \text{ g i.a. por hectare}$.

No PDT1, PDT2 e PDT3, o controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação dos herbicidas atrazine ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) e nicossulfuron (12 g ha^{-1}) em pós-emergência aos 25 dias após a emergência do milho, quando este apresentava quatro folhas expandidas. Nos sistemas orgânicos, o manejo das plantas daninhas foi efetutado com ceifadeira motorizada nos estádios de quatro e oito folhas completamente desenvolvidas do milho.

O solo da área é classificado de Argissolo Vermelho-Amarelo, e as características químicas dos respectivos sistemas de manejo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das análises químicas do solo da área experimental, por tratamentos (médias das repetições). Coimbra-MG, 2006.

Tratamentos*	PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC (T)	P	K	MO
	H ₂ O	=====Cmol _c dm ⁻³ =====			=====mg dm ⁻³ =====		=====dag kg ⁻¹ =====	
PDT1	6,1	2,6	1,3	50,5	4,4	2,1	141	3,8
PDT2	5,2	2,1	0,8	34,6	3,5	13,9	152	4,1
PDO1	6,4	5,3	2,5	71,7	8,5	25,0	282	7,0
PDO2	6,2	4,2	2,3	62,3	7,1	26,0	281	6,5
PDO3	6,1	3,9	2,1	62,0	7,0	32,0	284	6,2

* PDT1(sem adubação); PDT2 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PDO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PDO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear).

Os componentes de produtividade avaliados na cultura do milho nos três anos agrícolas foram:

- Estande final (número de plantas por hectare);
- Altura da planta (média de dez plantas representativas da parcela);
- Prolificidade (número de espigas dividido pelo número de plantas por parcelas);
- Peso médio de espiga (peso total das espigas por parcela, dividido pelo número de espigas por parcelas);
- Peso de 1000 grãos (peso médio de três amostras de 1000 grãos por parcela); e
- Produtividade de grãos (t ha⁻¹) (o peso foi corrigido para 13% de umidade).

Os componentes do feijão-de-porco avaliados após a colheita do milho nos três anos agrícolas foram o estande final e a produção de matéria seca (t ha⁻¹). Foram coletadas cinco plantas de feijão-de-porco por parcela que em seguida foram secas em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura média de 65 °C por 72 horas, para em seguida determinar a matéria seca da parte aérea.

As avaliações da produção da matéria seca da aveia preta nos três anos agrícolas foram realizadas lançando-se aleatoriamente na parcela um retângulo de diâmetro 0,50 m². As plantas de aveia preta foram cortadas rente ao solo,

pesadas e posteriormente levadas à estufa com ventilação forçada de ar com temperatura média de 65 °C, por 72 horas. Depois de seca, as amostras de aveia preta foram pesadas e estimou-se a quantidade de matéria seca por hectare para cada tratamento.

Para as avaliações da matéria seca ($t\ ha^{-1}$) de todas as plantas daninhas, efetuaram-se três amostragens por parcela, utilizando-se um quadrado com 0,25 m de lado, lançado ao acaso dentro da área útil, quando a planta do milho estava no estágio de quatro folhas completas, anteriormente à aplicação dos herbicidas em pós-emergência ou do primeiro corte das plantas daninhas com a ceifadeira, nos tratamentos orgânicos

Em cada amostra, as plantas daninhas foram cortadas rente ao solo, e em seguida secas em estufa de ventilação forçada de ar, por 72 horas, a 70°C, para determinação de massa seca.

As análises estatísticas foram realizadas no software Saeg (EUCLYDES, 2003). Após as análises de variância, foi aplicado o teste de média Tukey a 5% de probabilidade para produção de matéria seca do feijão-de-porco, das plantas daninhas e da aveia preta.

Os componentes avaliados no milho foram analisados por meio dos contrastes ortogonais entre as médias das variáveis avaliadas nos diferentes sistemas, e os dados obtidos foram analisados a partir do teste "F" a 5% de probabilidade.

Os contrastes ortogonais foram os seguintes:

Em 2006:

C1 = PT1 vs (PT2 + PT3 + PO1 + PO2 + PO3) “Ausência vs presença de adubação”

C2 = PT2 vs (PT3 + PO1 + PO2 + PO3) “Adubação mineral vs orgânica”.

C3 = PT3 vs (PO1 + PO2 + PO3) “Adubação orgânica com herbicida no manejo das plantas daninhas vs com aração no manejo das plantas daninhas”

C4 = PO1 vs (PO2 + PO3) “Manejo com a roçada sem feijão-de-porco vs com feijão-de-porco consorciado”

C5 = PO2 vs PO3 “Feijão de porco com 3 plantas vs com 6 plantas”

Anos agrícolas 2007/08 e 2008/09:

C1 = PDT1 vs (PDT2 + PDT3 + PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4) “Ausência vs presença de adubação”

C2 = PDT2 vs (PDT3 + PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4) “Adubação mineral vs orgânica”.

C3 = PDT3 vs (PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4) “Adubação orgânica e manejo das plantas daninhas com herbicida vs manejo das plantas daninhas com roçada”

C4 = PDO1 vs (PDO2 + PDO3 + PDO4) “Manejo com roçada sem feijão-de-porco vs presença do feijão-de-porco consorciado”

C5 = PDO2 vs (PDO3+ PDO4) “Feijão-de-porco com 3 plantas vs com 6 plantas”

C6 = PDO3 vs PDO4 “Feijão-de-porco ceifado na colheita do milho vs deixado na área até plantio da aveia do próximo ano”

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2006, o contraste entre a presença em relação à ausência de adubação foi significativa para todas as características avaliadas (contraste 1, Tabela 2). O tratamento PDT-1 sem adubação por 21 anos está em acentuada queda de produtividade, influenciada pelo esgotamento de nutrientes do solo, podendo proporcionar com o tempo a completa inviabilidade do solo para agricultura.

Analisando o contraste C2, observou-se que os tratamentos que utilizam a adubação orgânica foram semelhantes ao sistema tradicional com adubação mineral (PDT2) para a maioria das características, exceto prolificidade (Tabela 2). A média do contraste para a variável prolificidade foi superior nos sistemas orgânicos com valor de 1.10. O resultado confirma aquele encontrado por Cruz et al. (2007), que, ao avaliarem o desempenho de várias cultivares de milho em sistema orgânico, verificaram valores de prolificidade entre 0.98 e 1.13 na densidade de 50.000 plantas/ha. A não significância das demais variáveis, principalmente, da produtividade de grãos, indica que os sistemas orgânicos proporcionaram rendimentos semelhantes ao sistema tradicional para o desenvolvimento das plantas.

O contraste entre o sistema tradicional com adubação orgânica e manejo das plantas daninhas com herbicida versus sistemas orgânicos com adubação orgânica e manejo das plantas daninhas com a roçada foi significativo para as variáveis prolificidade e produtividade de grãos (C3). O tratamento PDT3 apresentou médias inferiores às encontradas pelos sistemas orgânicos (Tabela 2). A presença do feijão-de-porco no sistema PDO2 e PDO3 proporcionou supressão das plantas daninhas, provavelmente em decorrência da maior competição pelos recursos disponíveis, contribuindo para o aumento na produtividade de grãos (Tabela 7).

No contraste C4, o sistema orgânico sem feijão-de-porco (PDO1) em comparação aos sistemas com a presença do feijão-de-porco (PDO2 e PDO3) apresentou significância somente para a variável PMG (peso médio de 1000 grãos). O tratamento PDO1 apresentou PMG (320 g) superior em 17 g em relação à média do contraste com os sistemas PDO2 e PDO3 (Tabela 2). A diferença dessa variável contribuiu para que o sistema PDO-1 obtivesse produtividade de

6,2 t/ha. Os resultados confirmam aqueles encontrados por Silva et al. (2007), que na mesma área de estudo encontraram maiores produtividade de milho nas parcelas orgânicas. No entanto, Fontanetti (2008), no ano agrícola anterior (2005), também na mesma área de estudo, verificou que o mesmo sistema orgânico PDO1 obteve produtividade inferior (3,6 t/ha) ao encontrado em 2006/07. A autora inferiu a baixa produtividade à interferência das plantas daninhas no desenvolvimento do milho. Essa diferença provavelmente se deve à aração e gradagem, no ano 2006/07, reduzindo a infestação de plantas daninhas.

A densidade das plantas de feijão-de-porco não interferiu nas variáveis estudadas (contraste C5 e Tabela 2).

No ano agrícola 2007/08, no contraste C1, a presença em relação à ausência de adubação foi significativa para todas as características avaliadas (Tabela 3).

No contraste C2, os sistemas que utilizam a adubação orgânica (PDT3, PDO1 até PDO4) em comparação ao sistema tradicional com adubação mineral (PDT2) foram significativos para as variáveis prolificidade, PME e PMG (Tabela 3). As variáveis se diferenciaram em decorrência do tipo de manejo, pois nos sistemas em que houve adubação orgânica as médias dos contrastes foram maiores do que aquelas do tratamento tradicional. Gomes et al. (2005), na mesma área, também verificaram incremento promovido pela adubação orgânica nos componentes de produção prolificidade e PME.

O tratamento de plantio direto tradicional com adubação orgânica e aplicação de herbicida (PDT3) em relação aos tratamentos em que o manejo das plantas daninhas é realizado com a roçada (PDO1, PDO2 e PDO3) foi significativo para as variáveis prolificidade, PME, PMG e produtividade (contraste C3 e Tabela 3). A diferença no manejo das plantas daninhas proporcionou aos sistemas que utilizam a roçada médias superiores ao sistema que utiliza o herbicida no controle das plantas daninhas para todas as variáveis.

No contraste C4, não houve significância entre sistema orgânico com roçada (PDO1) em comparação aos sistemas com a presença do feijão-de-porco (PDO2, PDO3 e PDO4) para nenhuma das variáveis estudadas.

A diferença na densidade do feijão-de-porco proporcionou diferenças significativas para as variáveis PME e PMG (contraste 5 Tabela 3). O aumento na densidade do feijão-de-porco proporcionou aumento na média do contrastes para

as duas variáveis (Tabela 3). Vale ressaltar que esse é o segundo ano agrícola de adoção do consórcio entre o milho e o feijão-de-porco, e de acordo com Heinrichs (2002), os efeitos do consórcio nas características do milho são observados a partir do 2º ano.

No contraste C6, a permanência do feijão-de-porco na área até o plantio da aveia preta no próximo ano em relação ao feijão-de-porco ceifado na colheita do milho apresentou significância para as variáveis PME, PMG e produtividade. As médias das variáveis foram superiores no sistema PDO4 (Tabela 3). Para a variável PME (225 g), verificou-se resultado superior ao encontrado por Perin et al. (2007), que, estudando plantio de milho orgânico consorciado com feijão-de-porco, obtiveram valor de PME de 148 g.

No ano agrícola 2007/08, o plantio direto foi restabelecido, sendo observada maior produtividade de grãos para o sistema orgânico PDO4 com 7,7 t/ha (Tabela 3). Esse resultado pode ter ocorrido devido ao maior tempo de permanência do feijão-de-porco na área (190 dias), resultando no maior aporte de nutriente, principalmente do N, ao sistema solo-planta, contribuindo com a nutrição das culturas subsequentes. O feijão-de-porco se destaca pela associação simbiótica com bactérias fixadoras de N₂, proporcionando maior aporte desse nutriente ao sistema (ANDREOLA et al., 2000; PERIN et al., 2003;). A permanência do feijão-de-porco após a colheita do milho proporcionou maior sincronia entre a disponibilidade de nutrientes e sua demanda pela aveia preta, fato comprovado com o aumento na produção de matéria seca da aveia preta, que atingiu 18,4 t/ha (Tabela 6).

Estudos de Hubner et al. (2000) evidenciaram o potencial do feijão-de-porco em fornecer N ao solo em sincronia com a demanda deste nutriente pela cultura da aveia preta. A quantidade de nitrogênio absorvido pelas plantas de feijão-de-porco com a fixação biológica está entre 80 e 190 kg. ha⁻¹, estando disponíveis para as plantas do cultivo em sucessão em torno de 60 a 80% do N encontrado na biomassa vegetal (BORKER et al., 2003; CALEGARI, 2002).

Os resultados revelam que o consórcio de milho com feijão-de-porco nas densidades de três e seis plantas por metro linear (PDO2, PDO3 e PDO4) não afetou a produtividade de grãos de milho. Estes resultados confirmam aqueles encontrados por Perin et al. (2007) e Fontanetti (2008) em que o consórcio de feijão-de-porco e milho, quando semeados na mesma linha simultaneamente, não

afetaram a produção de milho verde e milho grão, no sistema de produção orgânica. De acordo com Perin et al. (2007), as características de crescimento do feijão-de-porco têm implicações benéficas, pois no período de maior crescimento do milho, o adubo verde encontra condições limitantes ao seu crescimento e, dessa forma, os riscos de competição com o milho por recursos edáficos são atenuados. Quando é amenizada a condição limitante ao feijão-de-porco, o milho não mais apresenta riscos com a competição, visto encontrar-se em estágio de maturação fisiológica de seus grãos.

Os resultados da produção de matéria seca (t/ha) das plantas daninhas nos dois primeiros anos de avaliação foram menores nos sistemas orgânicos PDO3 e PDO4 em que ocorreu o consórcio com o feijão-de-porco (Tabela 7). De acordo com Von Osterroht (2002), uma das ações resultantes da prática da adubação verde no sistema é a inibição da germinação e do crescimento de plantas invasoras, seja por efeitos alelopáticos ou pela simples competição por luz.

Assim como nos anos anteriores, no ano agrícola 2008/09 a presença em relação à ausência de adubação foi significativa para todas as características avaliadas (contraste 1 e Tabela 4).

Os contrastes 2, 3 e 6 não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das variáveis avaliadas, diferindo dos resultados anteriores (Tabela 4).

A média dos contrastes para o índice de prolificidade nos sistemas orgânicos, assim como seus valores isolados (Tabela 4), foram superiores ao encontrado por Oliveira et al. (2007) que obtiveram valor de 0,79 para a mesma cultivar em plantio orgânico. Melém Júnior et al. (2008) observaram médias diferentes para o índice de prolificidade entre as safras do milho, atribuindo os resultados aos prováveis efeitos interativos da adubação, densidade populacional, condições ambientais e de manejo, que provavelmente, foram as causas das diferenças observadas no índice de prolificidade entre os anos agrícolas avaliados.

O sistema orgânico sem a presença do feijão-de-porco em comparação aos sistemas com a presença do feijão-de-porco (contraste C4) apresentou significância somente para a variável altura da planta de milho. O plantio direto sem a leguminosa (PDO1) apresentou menor altura nas planta de milho (Tabela 4). O resultado da altura da planta do sistema orgânico PDO4 (1.99 m) foi o mais próximo do encontrado por Oliveira et al. (2007), que obtiveram altura média de 2,14 m com a mesma cultivar em cultivo orgânico.

Para a variável peso de 1000 grãos, o menor valor foi observado no PDT1 e os valores foram inferiores aos encontrados nos anos anteriores, fato que pode ser atribuído à cultivar plantada (Tabela 4). De acordo com Cruz et al. (2008), o peso de 1000 grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos.

A diferença na densidade do feijão-de-porco proporcionou diferenças significativas para todas as variáveis estudadas (contraste 5 e Tabela 4).

No ano agrícola 2008/09, a maior produtividade de grãos foi verificada novamente pelo tratamento PDO4 com médias de 6,4 t/ha (Tabela 4). Esse valor de produtividade de grãos foi superior ao encontrado por Oliveira et al. (2007), que obtiveram produtividade de 5,15 t/ha, em plantio orgânico solteiro e por Fontanetti (2008), que obteve produtividade de 4,42 t/ha em plantio direto orgânico de milho consorciado com o feijão-de-porco na mesma densidade de seis plantas por metro linear no ano agrícola 2005/06 na mesma área experimental.

Os resultados da análise foliar do milho constataram aumento dos teores de N total nas folhas das plantas em que houve o consórcio com a leguminosa na densidade de seis plantas por metro linear, tratamento PDO4, com valor médio 2,70 dag kg⁻¹, superior aos valores do sistema orgânico sem a presença da leguminosa PDC-2, que obteve 2,10 dag kg⁻¹, assim como dos valores do sistema convencional PDC2, com 1,90 dag kg⁻¹. O teor de N encontrado no sistema orgânico PDO4 está dentro da faixa considerada adequada à cultura, que, de acordo com Malavolta et al. (1997), está entre 2,75 a 3,25 dag kg⁻¹.

Na produção de matéria seca das plantas daninhas (Tabela 7), verifica-se que os sistemas orgânicos consorciados com a leguminosa apresentaram as menores produções de matéria seca, fato que pode ser atribuído à maior competição destas com o feijão-de-porco. De acordo com Severino e Christoffoleti (2004) e Severino e Christoffoleti et al. (2001), a utilização de adubos verdes contribui para a redução da população de plantas espontâneas, podendo ser utilizados para o manejo integrado dessas plantas.

Nos três anos de avaliação do feijão-de-porco, verificou-se que a produção de matéria seca total aumentou com o aumento da densidade das plantas de feijão-de-porco (Tabela 5). No primeiro ano de avaliação, a matéria seca total das

plantas de feijão-de-porco foi considerados baixa. Os resultados da matéria seca total em ambas as densidade (1,34 e 2,64 t ha⁻¹) (Tabela 5) foram inferiores aos encontrados por Fontanetti (2008), que, na mesma área experimental, obteve 1,84 e 3,51 t ha⁻¹, respectivamente. Na parcela em que as plantas de feijão-de-porco foram deixadas por 190 dias na área (PDO4), a produção final foi de 4,18 t/ha.

No ano 2007/08, a avaliação da massa seca da leguminosa na densidade de seis plantas por metro linear foi de 3,25 (t ha⁻¹), proporcionado maior produção de fitomassa ao sistema quando comparada à densidade de três plantas por metro linear (1,55 t ha⁻¹). Teixeira et al. (2005), estudando o consórcio de milheto com feijão-de-porco, encontraram resultados semelhantes, com quantidade de matéria seca do feijão-de-porco de 3,275 t/ha.

Nos três anos de avaliação, a produção de matéria seca das plantas de aveia preta foi superior nos sistemas orgânicos. Em 2006/07, a produtividade foi baixa em todos os sistemas em decorrência de condições de precipitação e de temperatura desfavorável ao desenvolvimento das plantas de aveia preta, pois temperaturas altas inibem seu crescimento e perfilhamento.

No ano agrícola 2007/08, houve aumento da fitomassa de aveia preta em todos os sistemas estudados, verificando-se a quantidade de 18,4 t/ha de matéria seca para o sistema orgânico consorciado com feijão-de-porco (PDO4), mantida até o plantio da aveia preta (Tabela 6).

No ano agrícola 2008/09, houve queda na produção de matéria seca de aveia preta em todos os sistemas, contudo no PDO4 a produção se manteve alta (11 t/ha) (Tabela 6). O resultado foi superior aos encontrados por Camargo e Piza (2007), que encontraram rendimento de 3,49 t/ha. Essa quantidade de palha é superior à recomendada por Nunes et al. (2006) (6 t/ha), indicando que a utilização da leguminosa contribui para a maior estabilidade do sistema.

Tabela 2 – Médias dos contrastes para estande final (EST), altura da planta (ALT), prolificidade (PROLIF), peso médio de espiga (PME), peso médio de 1000 grãos (PMG) e produtividade (PROD) do milho nos diferentes tratamentos, em 2006. UFV, Coimbra – MG, 2009.

Contrastes		EST (n° plantas ha ⁻¹ X 1000)		ALT (m)		PROLIF		PME (g)		PMG (g)		PROD (t/ha)	
C1	PT1 vs (PT2 + PT3 + PO1 + PO2 + PO3)	16.2*	41.4*	0.98*	1.97*	0.82*	1.08*	61*	179*	107*	305*	1.3*	5.2*
C2	PT2 vs (PT3 + PO1 + PO2 + PO3)	43.2 ^{ns}	41.0 ^{ns}	1.91 ^{ns}	1.98 ^{ns}	1.01*	1.10*	176 ^{ns}	180 ^{ns}	297 ^{ns}	307 ^{ns}	4.9 ^{ns}	5.4 ^{ns}
C3	PT-3 vs (PO1+ PO2+ PO3)	40.5 ^{ns}	41.1 ^{ns}	1.96 ^{ns}	1.99 ^{ns}	1.03*	1.12*	171 ^{ns}	183 ^{ns}	301 ^{ns}	309 ^{ns}	4.5*	5.7*
C4	PO1 vs (PO2 + PO3)	42.7 ^{ns}	40.3 ^{ns}	2.06 ^{ns}	1.96 ^{ns}	1.16 ^{ns}	1.10 ^{ns}	189 ^{ns}	181 ^{ns}	320*	303*	6.2 ^{ns}	5.4 ^{ns}
C5	PO2 vs PO3	40.7 ^{ns}	40.0 ^{ns}	1.93 ^{ns}	1.99 ^{ns}	1.14 ^{ns}	1.07 ^{ns}	192 ^{ns}	171 ^{ns}	303 ^{ns}	304 ^{ns}	5.4 ^{ns}	5.4 ^{ns}

¹ Plantio convencional (aração e gradagem)

² PT1(sem adubação); PT2 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PT3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + herbicida); PO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear);e PO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear).

* significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Médias dos contrastes para estande final (EST), altura da planta (ALT), prolificidade (PROLIF), peso médio de espiga (PME), peso médio de 1000 grãos (PMG) e produtividade (PROD) do milho nos diferentes tratamentos, em 2007. UFV, Coimbra – MG, 2009.

Contrastes	EST		ALT		PROLIF		PME		PMG		PROD	
	(n° plantas ha ⁻¹ X 1000)		(m)				(g)		(g)		(t/ha)	
C1 PDT1 vs (PDT2 + PDT3 + PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4)	27.5*	44.6*	0.98*	1.98*	0.82*	1.108	93*	188*	165*	276*	2.1*	5.7*
C2 PDT2 vs (PDT3 + PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4)	44.7 ^{ns}	44.5 ^{ns}	1.91 ^{ns}	1.99 ^{ns}	1.01*	1.12*	160*	194*	255*	280*	5.3 ^{ns}	5.4 ^{ns}
C3 PDT-3 vs (PDO1+ PDO2+ PDO3 + PDO4)	43.0 ^{ns}	44.9 ^{ns}	1.95 ^{ns}	2.0 ^{ns}	1.03*	1.15*	1828	197*	244*	289*	5.1*	6.0*
C4 PDO1 vs (PDO2 + PDO3 + PDO4)	42.3 ^{ns}	45.8 ^{ns}	2.06 ^{ns}	1.98 ^{ns}	1.16 ^{ns}	1.14 ^{ns}	196 ^{ns}	197 ^{ns}	298 ^{ns}	286 ^{ns}	5.7 ^{ns}	6.1 ^{ns}
C5 PDO2 vs (PDO3 + PDO4)	43.2 ^{ns}	47.2 ^{ns}	1.93 ^{ns}	2.01 ^{ns}	1.15 ^{ns}	1.14 ^{ns}	192*	202*	250*	305*	5.8 ^{ns}	6.3 ^{ns}
C6 PDO3 vs PDO4	45.5 ^{ns}	48.9 ^{ns}	1.99 ^{ns}	2.04 ^{ns}	1.10 ^{ns}	1.20 ^{ns}	180*	225*	265*	345*	5.0*	7.7*

PDT1(sem adubação); PDT2 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PDT3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + herbicida); PDO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PDO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear) e PDO4 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear com ciclo de 190 dias).

* significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Médias dos contrastes para estande final (EST), altura da planta (ALT), prolificidade (PROLIF), peso médio de espiga (PME), peso médio de 1000 grãos (PMG) e produtividade (PROD) do milho nos diferentes tratamentos, em 2008. UFV, Coimbra – MG, 2009.

Contrastes	EST (n° plantas ha ⁻¹ X 1000)		ALT (m)		PROLIF		PME (g)		PMG (g)		PROD (t/ha)	
	C1 PDT1 vs (PDT2 + PDT3 + PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4)	35.5*	49.1*	1.48*	1.78*	0.85*	1.18*	57*	143*	112*	273*	1.4*
C2 PDT2 vs (PDT3 + PDO1 + PDO2 + PDO3 + PDO4)	46.3 ^{ns}	49.6 ^{ns}	1.70 ^{ns}	1.80 ^{ns}	1.14 ^{ns}	1.19 ^{ns}	137 ^{ns}	144 ^{ns}	269 ^{ns}	274 ^{ns}	4.7 ^{ns}	5.1 ^{ns}
C3 PDT-3 vs (PDO1+ PDO2+ PDO3 + PDO4)	48.4 ^{ns}	50.0 ^{ns}	1.86 ^{ns}	1.79 ^{ns}	1.22 ^{ns}	1.19 ^{ns}	143 ^{ns}	144 ^{ns}	291 ^{ns}	269 ^{ns}	5.3 ^{ns}	5.0 ^{ns}
C4 PDO1 vs (PDO2 + PDO3 + PDO4)	49.0 ^{ns}	50.3 ^{ns}	1.65*	1.83*	1.19 ^{ns}	1.19 ^{ns}	196 ^{ns}	139 ^{ns}	174 ^{ns}	268 ^{ns}	4.5 ^{ns}	5.2 ^{ns}
C5 PDO2 vs (PDO3 + PDO4)	43.5*	53.7*	1.62*	1.94*	0.99*	1.29*	115*	141*	227*	289*	3.1*	6.2*
C6 PDO3 vs PDO4	53.0 ^{ns}	54.5 ^{ns}	1.90 ^{ns}	1.99 ^{ns}	1.28 ^{ns}	1.31 ^{ns}	135 ^{ns}	148 ^{ns}	287*	290*	6.0 ^{ns}	6.4 ^{ns}

PDT1(sem adubação); PDT2 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PDT3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + herbicida); PDO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PDO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); e PDO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear) e PDO4 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear com ciclo de 190 dias).

* significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Produção de matéria seca total de feijão-de-porco em função das densidades das plantas nos anos agrícolas 2006/07, 2007/08 e 2008/09. UFV, Coimbra, MG.

Densidade	Matéria Seca (t/ha)		
	2006/07	2007/08	2008/09
3 pl/metro linear	1,34 b	1,55 b	0,900 b
6 pl/metro linear	2,64 ab	3,25 a	3,692 a
6 pl/metro linear (190 dias)	4,18 a	-	-
CV (%)	30	24	27

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6 - Produção de matéria seca da aveia preta (t/ha) nos três anos de avaliação nos diferentes sistemas de manejo do milho. Coimbra-MG, 2009.

Tratamentos*	Produção de matéria seca de aveia (t/ha)		
	2006/07	2007/08	2008/09
PDT1	0,420 b	2,100 cd	0,755 c
PDT2	0,700 b	3,020 cd	1,835 c
PDT3	0,767 b	3,155 cd	1,940 c
PDO1	0,902 b	5,600 bcd	1,980 c
PDO2	2,180 a	6,110 bc	3,510 c
PDO3	2,360 a	8,110 b	8,205 b
PDO4	-	18,400 a	11,200 a

* PDT1(sem adubação); PDT2 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PDT3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + herbicida); PDO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PDO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); PDO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear); e PDO4 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear com ciclo de 190 dias).

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 7 - Produção de matéria seca de plantas daninhas (t/ha) nos três anos de avaliação nos diferentes sistemas de manejo do milho. Coimbra-MG, 2009.

Tratamentos*	Produção de matéria seca de plantas daninhas (t/ha)		
	2006/07	2007/08	2008/09
PDT1	1,430 a	0,853 c	0,980 ab
PDT2	1,715 a	1,405 a	1,166 a
PDT3	1,431 a	1,382 a	1,373 a
PDO1	1,475 a	1,109 b	1,123 a
PDO2	0,685 b	1,350 ab	1,250 a
PDO3	0,655 b	0,810 c	0,793 ab
PDO4	-	0,753 c	-

* PDT1(sem adubação); PDT2 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PDT3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + herbicida); PDO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + roçada); PDO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); PDO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear); e PDO4 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear com ciclo de 190 dias).

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.CONCLUSÕES

O consorcio do feijão-de-porco com o milho, na densidade de seis plantas por metro linear, proporcionou incremento na produtividade de grãos.

O consórcio milho e feijão-de-porco foi eficiente entre os sistemas orgânicos para reduzir a massa seca das plantas daninhas.

O prolongamento do ciclo da leguminosa proporcionou aumento da matéria seca no sistema e provavelmente maior sincronia entre a disponibilidade de N e a demanda das plantas de aveia preta, além do maior controle da plantas daninhas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Inf. Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.

ARAÚJO, A. P.; ALMEIDA, D. L. de. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 245-251, 1993.

AMADO, T. J. C. et al. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, p. 679-686, 1999.

AMADO, T. J. C. et al. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, n.1, p.179-189, 2000.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, p.241-248, 2002.

ANDREOLA, F. et al. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p.867-874, 2000.

BARBOSA, G. J., SOUZA, M. M. O. de E FRANCIS, D. G. **Agricultura orgânica: alternativa de renda nos assentamentos rurais do triângulo mineiro e alto Paranaíba.** Disponível em: www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu/insc/08.htm. Acessada em dezembro de 2008.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p. 905-915, 2000.

BASTOS, C.S. *Sistemas de adubação em cultivo de milho exclusivo e consorciado com feijão, afetando a produção, estado nutricional e incidência de insetos fitófagos e inimigos naturais.* 1999. 117 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BORKERT, C. M. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 145-153, 2003.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 14, p. 14-19, 2002.

CAMARGO, R. de; PIZA, R. J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema plantio direto no município de passos, MG. **Biosci. Journal**, v. 23, n. 3, p. 76-80, 2007.

CERETTA, C. A. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26 p. 163-171, 2002.

COSTA, F. S., et al. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27:527-535, 2003.

CRUZ, C. S. et al. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Eng. Agrícola e Ambiental** v.12, n.1, p.62-68, 2008.

CRUZ, J. C. et al. **Produção de milho orgânico na agricultura Familiar**. Embrapa sete Lagoas-MG. (Circular técnica, 81). 17 pg. 2006.

CRUZ, J. C. et al. Produção orgânica de grãos e silagem de milho. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA (resumos). **Revista Brasileira de agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

FONTANETTI, A. *Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho*. 2008. 84p. Tese de doutorado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FONTANETTI, A. et al. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe agropecuário**, v.27, n.233, p.127-136, 2006.

GALVÃO, J.C.C. Adubação orgânica na cultura do milho. In: Encontro Mineiro Sobre Produção Orgânica de Hortaliças, 1, Viçosa,1998. **Anais...**, Viçosa, UFV, 1998.p 36-37.

GALVÃO, J.C.C. *Características física e química de solo e produção de milho exclusivo e consorciado com feijão, em função de adubação orgânica e mineral contínuas*. 1995. 194p. Tese de doutorado em fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

GOMES, J. A. et al. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho Amarelo. **Acta Sci. Agron**, v.27, n.3, p.521-529, July/Sept., 2005.

HEINRICHS, R. et al. Produção e estado nutricional do milho em cultivo consorciado intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 225- 230, jan./mar. 2002.

HÜBNER, A. P. et al. Plantas recuperadoras de solo como fonte de N à aveia (*avena strigosa* schieb) em sucessão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE. DO SOLO. Resumos. Santa Maria, 2000. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2000/09.pdf>.> acessada em setembro de 2009.

LIU, M. **Orgânicos em alta**. Notícias. Disponível em: www.fispal.com.br. Acessada em 28 de Outubro de 2007.

MACHADO C. T. de. T; MACHADO A. T. **Produção de milho orgânico I: perspectivas e práticas agronômicas.** <www.planetaorganico.com.br > Acesso em 15 de julho 2004.

MACHADO, C. T. de. T. **Produção de milho orgânico.** Disponível em: <www.planetaorganico.com.br > Acesso em 15 de julho 2006.

MAI, M. E. M. et al. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho no sistema plantio direto. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 125-131, jan. 2003.

MAIA, C. E. *Reserva e disponibilidade de nitrogênio pela adição continuada da adubação orgânica e da mineral na cultura do milho em um podzólico-vermelho amarelo câmbico.* 55p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1999.

MELÉM JÚNIOR, N. J. et al. Adubação orgânica e inorgânica do milho IPR 114. In: XXVII Congresso Nacional de milho e Sorgo., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa, 2008. 1 CD-ROM.

NUNES, U. R. et al. Covering crops straw production and common bean productivity in no-tillage system. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, L. R. et al. Desempenho e seleção de cultivares de milho em sistema orgânico de cultivo. Resumos do II congresso brasileiro de agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev. 2007.

PERIN, A. et al. Desempenho agrônomico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Revista Ciência Agrotec**, v. 31, n. 3, p. 903-908, maio/jun., 2007

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.38, p.791-796, 2003.

PORTES, T.A. et al. Aspectos fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da braquiária consorciado com cereais. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura pecuária.** 1. Ed. Embrapa Arroz e Feijão. p. 303-329, 2003.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I. & CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24:589-597, 2000.

SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O. et al. Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas soil fertility, soil biology, and plant nutrition interrelationships. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1999. p. 267-319.

SÁ, J. C. de M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.

SEVERINO, F. J.; CH RISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes . **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 201-204, 2001.

SEVERINO, F. J.; CH RISTOFFOLETI, P. J. Weed suppression by mother crops and selective herbicides . **Science Agricultural**, v. 61, n. 1, p. 21-26, 2004.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Weed suppression by smother crops and selective herbicides. **Sci. Agric.**, v. 61, n. 1, p. 21-26, 2004.

SILVA, E.C. et al. Produtividade do milho após 13 anos de aplicações contínuas de adubações orgânica e mineral. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8, Viçosa, 1998. **Resumos...**, Viçosa, UFV, 1998, 321p.

SILVA, R. G. et al. Produtividade de milho em diferentes sistemas Produtivos. **Revista Verde**, v.2, n.2, p. 136–141 Julho/Dezembro de 2007.

SILVA, R.G. et al. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.-abril/junho de 2008.

SKÓRA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, p. 1165-1170, 1993.

TEIXEIRA, C. M. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Revista Ciência Agrotec**, v. 29, n. 1, p. 93-99, jan./fev. 2005.

TORJUSEN H. et al. Food system orientation and quality perception among consumers and producers of organic food in Hedmark County, Norway. **Food Qual Preferences**, v. 12: 207-216, 2001.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; E FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.43, n.3, p.421-428, mar. 2008.

VON OSTERROHT, M. O que é uma adubação verde: princípios e ações. **Agroecologia Hoje**, n. 14, p. 9-11, maio/jun 2002.

Capítulo 4

ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO EM SISTEMAS CONTÍNUOS DE MILHO ORGÂNICO E CONVENCIONAL.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola ao longo do tempo é essencial para manter elevadas produtividades. O estudo da diversidade microbiana do solo é considerado ferramenta de extrema importância para sustentar o funcionamento do ecossistema solo, isto é, propor alternativas para melhorar e manter a fertilidade e a produtividade do sistema (STARK, 2005).

Como questão central da sustentabilidade, encontram-se a conservação do solo, a proteção ambiental e a manutenção da produtividade, assim torna-se crescente a preocupação com a qualidade do solo, não apenas sobre seus atributos químicos e físicos, mas também sobre sua atividade biológica corresponsável pelos mesmos.

O sistema de produção orgânica evita ou minimiza a utilização de fertilizantes minerais sintéticos, herbicidas e antibióticos. Com isso, há um aumento da biodiversidade do solo em função da baixa mobilização e da redução de pesticidas residuais (SARK, 2005)

O milho orgânico é um dos produtos com grande potencial de exploração já que sua principal utilização é como fonte de alimentação animal, sendo fornecido para este fim como grão ou como parte da composição de rações destinadas principalmente a aves e suínos orgânicos, sendo esta uma atividade em franca expansão (MACHADO & MACHADO, 2004).

A fertilidade dos solos dentro dos preceitos da agricultura orgânica se baseia, fundamentalmente, na quantidade e na qualidade da matéria orgânica do solo, cuja finalidade é construir e manter, por longo prazo, sua capacidade de fornecer as condições físicas, químicas e biológicas necessárias para o crescimento das plantas. As fontes de nutrientes são representadas pelos esterco, pelos resíduos vegetais e pelas leguminosas (MACHADO, 2006).

A produtividade do milho é muito influenciada pelo sistema de manejo adotado, pois esse sistema resulta em alterações tanto nos atributos físicos e químicos do solo quanto em suas propriedades biológicas, refletindo diretamente no desenvolvimento da cultura, isto é, em sua qualidade e produtividade (De-POLI & PIMENTEL, 2005).

A matéria orgânica se constitui um elemento importante, pois é fonte de nutrientes e energia para muitos organismos, além de possibilitar benefícios como a estruturação e capacidade de armazenamento de água no solo, processos fundamentais para o desenvolvimento das culturas e da biota do solo (De-POLLI & PIMENTEL, 2005).

A comunidade microbiana do solo é influenciada pela temperatura, umidade e aeração do solo, disponibilidade de nutrientes e pelos substratos orgânicos. Estes fatores, por sua vez, podem ser modificados pelo sistema de manejo, em razão da forma como os resíduos das culturas anteriores são depositados e do grau de revolvimento do solo (VARGAS & SCHOLLES, 2000).

Outro aspecto que deve ser observado é o impacto do uso de agrotóxicos sobre os microrganismos do solo. Os herbicidas utilizados podem exercer efeitos prejudiciais à microfauna do solo, influenciando na sua fertilidade, uma vez que os organismos têm importante papel nos seus ciclos biogeoquímicos, além de atuarem como um “pool” altamente lábil de nutrientes, que são rapidamente reciclados (FEIGL et al., 1998; VIEIRA, 1999; KINNEY et al., 2005; SANTOS et al., 2005).

Por outro lado, a degradação de herbicidas pode ser favorecida quando materiais orgânicos são adicionados ao solo, já que eles fornecem nutrientes e energia aos microrganismos capazes de degradar a molécula (FELSOT & DZANTOR, 1990). Além disso, solos ricos em matéria orgânica apresentam maior capacidade de retenção de água, diminuindo o potencial de lixiviação e a biodisponibilidade dos herbicidas às plantas e aos microrganismos (MORAES et al., 2009).

A manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo (semeadura direta), sua semi-incorporação (preparo reduzido) e incorporação (preparo convencional) determinam diferentes taxas de decomposição e fornecimento de nutrientes para as culturas, além de

alterarem atributos físicos da superfície e em profundidade e afetarem a atividade biológica (VEIGA et al., 2009).

Nos últimos anos, vários trabalhos foram desenvolvidos avaliando os indicadores biológicos do solo sob sistemas de cultivo convencional e sistemas de cultivo orgânico, e os resultados vêm mostrando aumentos no conteúdo de matéria orgânica, atividade e biomassa microbiana em solos manejados organicamente (EDMEADES, 2003; MELERO et al., 2006; TU et al., 2006).

O cultivo orgânico tende a aumentar os resíduos orgânicos depositados no solo proporcionando aumento de carbono, fato importante para a sustentabilidade do sistema devido a seu grande potencial de melhoria da qualidade do solo.

Os atributos microbiológicos ou bioindicadores relacionados aos microrganismos do solo são capazes de detectar alterações no ecossistema em decorrência do tipo de manejo do solo e das culturas, em um estágio anterior ao das mudanças nos atributos químicos e físicos. Estes microrganismos são abundantes e possuem características como alta atividade bioquímica e metabólica que viabiliza seu uso na avaliação da qualidade do solo (BALOTA et al., 1998, 2003, 2004; ARAÚJO & MONTEIRO, 2007; FRANCHINI et al., 2007; ZATORRE, 2008).

Dentre os indicadores utilizados, há a biomassa microbiana, respiração basal do solo, quociente metabólico e a atividade enzimática.

A biomassa microbiana (BM) foi definida por Jenkinson & Ladd (1981) como parte viva da matéria orgânica do solo, excluindo raízes e animais, com tamanho superior do que $5 \times 10^{10} \mu\text{m}^3$, constituindo-se reservatório de nutrientes disponíveis às plantas e meio de transformações para matéria orgânica do solo.

Entretanto, o uso da biomassa microbiana como indicador da qualidade do solo é comprometido em decorrência da abundância (quantidade) e ao fato de a atividade dos microrganismos ser suscetível às variações na temperatura e umidade. Tal fato torna necessária a avaliação de outras variáveis que indiquem a atividade microbiana, tais como o carbono prontamente mineralizável e a atividade enzimática, de modo a

verificar o estado metabólico dos microrganismos do solo (OLIVEIRA, 2000; CASTRO, 2007).

A combinação das medidas da biomassa microbiana e a respiração do solo fornecem a quantidade de CO₂ evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico (qCO₂). Maiores valores estão associados a condições desfavoráveis aos organismos do solo e valores menores indicam maior eficiência da biomassa na utilização dos recursos do ecossistema, isto é, menos carbono é perdido do sistema. Assim, o quociente metabólico constitui um indicador sensível para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002; REIS, 2007).

A respiração basal (RB), também denominada carbono prontamente mineralizável, é utilizada na avaliação da atividade metabólica da população microbiana do solo. A RB do solo reflete tanto a atividade de microrganismos aeróbios quanto anaeróbios e depende do estado fisiológico da célula, pois é influenciada por diversos fatores do solo, tais como umidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica (ALEF, 1995).

Na avaliação da RB, deve-se atentar para a interpretação dos resultados, já que valores elevados podem tanto ser resultantes de acúmulo de matéria orgânica rica em frações lábeis à superfície do solo, que estão, portanto, suscetíveis à decomposição e liberação de nutrientes para as plantas, como podem ser reflexo de consumo intenso de C oxidável pela população microbiana para a sua manutenção em ambientes com revolvimento sistemático do solo, que provoque perturbações causando estresses aos microrganismos (BALOTA et al., 1998; VARGAS & SHOLLES, 2002).

As enzimas são mediadoras do catabolismo biológico dos componentes orgânico e mineral do solo. Sua atividade relaciona-se com a matéria orgânica, com as propriedades físicas e com a atividade e biomassa microbiana, sendo um indicador de qualidade do solo em resposta às mudanças no manejo (TABATAI, 1994; ARAÚJO & MONTEIRO, 2007).

A β-glicosidase é uma enzima celulolítica que hidrolisa os resíduos da celobiose formando o açúcar simples β-D-glicosidade, dissacarídeo de

rápida decomposição no solo. Estudos revelam que o aumento dos níveis de matéria orgânica no solo pode promover um aumento na atividade da enzima (MARTENS et al., 1992)

As fosfatases, alcalina e ácida, se relacionam positivamente com o C orgânico, tendo sua atividade diminuída com a queda na quantidade de biomassa do solo. Estas enzimas são resultantes de modificações bioquímicas a nível celular desencadeadas pela diminuição da absorção de P pelos organismos e, por isso, suas quantidades no solo aumentam quando os sistemas têm baixos teores de fósforo disponível (CASTRO, 2007).

Outra atividade enzimática estudada é a hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA), usada como indicador geral e um novo método que avalia a atividade hidrolítica indiscriminada. Segundo Alencar & Costa (2000), o FDA é hidrolisado por várias enzimas (lipases, proteases e esterases), presentes nos microrganismos e, por esse motivo, tem sido usado para avaliar a atividade microbiana nas amostras de solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos microbiológicos, carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo, quociente metabólico e a atividade enzimática através da β -glicosidase e das fosfatases alcalina e ácida, assim como a hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) em áreas de sistemas contínuos de plantio de milho orgânico e convencional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação foi realizada em área de um experimento permanente, localizado na Estação experimental de Coimbra-MG, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. O município de Coimbra é localizado na mesorregião da Zona da Mata Mineira. O clima da região é classificado, segundo Koppen, como tropical de altitude, com precipitação pluvial média de 1.300 a 1.400 mm, e temperatura média anual de 19°C.

A área experimental de 1984 até 2002 foi cultivada em parcelas permanentes com adubação mineral e outra com adubação orgânica, sendo o preparo do solo feito com uma aração e duas gradagens (GALVÃO, 1995). A partir do ano agrícola de 2003/04 até 2005/06, essas parcelas antes aradas e gradeadas passaram a ser cultivadas no sistema de plantio direto com a preservação dos tratamentos originais (fontes minerais solúveis e orgânicas de adubação), numa sequência de milho e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), esta última utilizada como produtora de palhada. Na safra de 2006/2007, uma semana antes do plantio do milho, toda a área experimental foi arada e gradeada, método usado para controlar as plantas daninhas, uma vez que a infestação se encontrava alta, principalmente nas parcelas conduzidas anteriormente no sistema de plantio direto orgânico.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos. Cada parcela experimental teve área total de 64 m², com 12 m² centrais de área útil. Foi utilizada a variedade de polinização aberta UFVM 100 – Nativo, com população de 50.000 plantas ha⁻¹. Os tratamentos e suas respectivas siglas estão representados na Tabela 1.

Nas parcelas com adubação mineral PT2 e PT3, o adubo foi aplicado no sulco de plantio (150 kg.ha⁻¹ e 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16), respectivamente, simultaneamente ao semeio do milho, e a ureia (50 kg de N.ha⁻¹ e 100 kg de N.ha⁻¹) foi aplicada em cobertura quando o milho estava no estágio de quatro folhas completamente expandidas.

Tabela 1. Tratamentos avaliados em decorrência dos diferentes sistemas de manejo do milho orgânico e convencional, Coimbra-MG, 2009.

Tratamento	Sigla
Plantio tradicional sem adubação	PT1
Plantio tradicional com adubação mineral (150 kg.ha ⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 50 kg de N.ha ⁻¹)	PT2
Plantio tradicional com adubação mineral (300 kg.ha ⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha ⁻¹)	PT3
Plantio orgânico com composto orgânico (40 m ³ há ⁻¹ sem a presença do feijão-de-porco)	PO1
Plantio orgânico com composto orgânico (40 m ³ há ⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear)	PO2
Plantio orgânico com composto orgânico (40 m ³ ha ⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear).	PO3

Nas parcelas orgânicas, a adubação foi realizada com composto orgânico formado pela decomposição de esterco animal e restos culturais, na dose de 40 m³ ha⁻¹ aplicado em superfície ao lado da linha de semeio, após a emergência do milho. Os resultados da análise química do composto orgânico foram: 29,02 dag kg⁻¹ de carbono total; 0,31 dag kg⁻¹ de P; 0,36 dag kg⁻¹ de K; 1,05 dag kg⁻¹ de Ca; 0,20 dag kg⁻¹ de Mg; 1,17 dag kg⁻¹ de N total; 22 % de umidade; e 0,87 g cm⁻³ de densidade.

A semeadura do feijão-de-porco foi efetuada na linha de plantio simultaneamente com a do milho, nos meses de novembro, em duas densidades, de acordo com os tratamentos PO2 e PO3.

Nos sistemas de manejo convencional PT1, PT2 e PT3, o controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação da mistura dos herbicidas pós-emergentes atrazine e nicosulfuron (1,50 e 0,030 kg ha⁻¹), aos 25 dias após emergência (DAE) do milho, e nas parcelas sob manejo orgânico o controle foi realizado por meio da roçada, com ceifadeira, aos 25 e 45 DAE do milho.

A área tem solo classificado de Argissolo Vermelho-Amarelo, e os resultados das análises químicas do solo entre os sistemas de manejo está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado da análise de amostras do solo da área experimental, por tratamentos (médias das repetições). Coimbra-MG, 2006.

Tratamentos*	PH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC (T)	P	K	MO
	H ₂ O	=====Cmol _c dm ⁻³ =====			=====mg dm ⁻³ =====		=====dag kg ⁻¹ =	
PT1	6,1	2,6	1,3	50,5	4,4	2,1	141	3,8
PT2	5,5	2,4	0,9	9,3	3,6	5,9	115	4,2
PT3	5,2	2,1	0,8	34,6	3,5	13,9	152	4,1
PO1	6,4	5,3	2,5	71,7	8,5	25,0	282	7,0
PO2	6,2	4,2	2,3	62,3	7,1	26,0	281	6,5
PO3	6,1	3,9	2,1	62,0	7,0	32,0	284	6,2

pH em água: relação 1:2,5; Ca²⁺ e Mg²⁺ : extrator KCl 1 mol/L; P e K: extrator Mehlich¹
 * PT1(sem adubação); PT2 (adubação mineral na dose de 150 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 50 kg de N.ha⁻¹); PT3 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹); PO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); e PO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear).

- Avaliação dos indicadores microbiológicos

A coleta das amostras de solo para avaliação microbiológica foram realizadas em junho de 2007, quando área se encontrava em pousio, após a colheita do milho e antes do plantio da aveia. Nessa época a temperatura média mensal foi de 16,2 °C e a precipitação média foi de 0,200 mm.

As amostras foram obtidas aleatoriamente, retirando-se 8 amostras simples na direção da entrelinha para linha de semeadura do milho, na camada de 0 até 10 cm de profundidade em cada parcela experimental. As amostras simples foram peneiradas e misturadas, constituindo uma única amostra composta por parcela, totalizando quatro amostras compostas (repetições) por tratamento.

Em seguida, as amostras de 300g foram colocadas em sacos plásticos e identificadas, acondicionadas em isopor com gelo e levadas para

análise no Laboratório de Análises Microbiológicas pertencente ao Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Viçosa.

A atividade das enzimas, β -glicosidase (EIVAZIR & TABATAI, 1988), fosfomoesterases ácida e alcalina (TABATAI, 1994) foram determinadas segundo métodos publicados. Esses métodos baseiam-se na determinação colorimétrica do *p*-nitrofenol (coloração amarela) formado após a adição de substratos incolores específicos para cada enzima avaliada.

A atividade microbiológica foi determinada pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) descrito por Schuner & Rosswall (1982) e adaptado por Costa (1995).

A extração do carbono da biomassa microbiana (CBM) foi feita após o solo ter sido fumigado com clorofórmio, de acordo com o método proposto por Vance et al., (1987). Para o cálculo do teor de CBM, utilizou-se o valor de K_c igual a 0,38 (VANCE et al., 1987).

A respiração basal foi realizada pela determinação do C-CO₂ liberado em amostras não-fumigadas incubadas em sistema fechado em que o CO₂ foi capturando em uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 mol L⁻¹ e posteriormente titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,2 mol L⁻¹ padronizado. Os valores de respiração obtidos foram expressos em $\mu\text{g CO}_2/\text{g SS/h}$ (ISERMEYER, 1952)

O quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) foi obtido pela relação entre a respiração basal e C da biomassa microbiana por unidade de tempo, conforme Anderson & Domsch, (1993).

As análises estatísticas foram realizadas no software Saeg (EUCLYDES, 2003). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, e em seguida realizaram-se as análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas orgânicos e convencionais para os valores do C-microbiano (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Leite et al. (2003), que atribuíram o resultado à recalcitrância do C do composto orgânico aplicado.

A biomassa microbiana é muito sensível a alterações nas formas de carbono orgânico do solo em função das mudanças no manejo ou uso do solo. Estudos revelam que, após a alteração ser introduzida, a biomassa microbiana sofre flutuações até atingir um novo equilíbrio (POWLSON et al., 1987; FIALHO et al., 2006;). Portanto, a aração realizada na área pode ter contribuído para este resultado. De acordo com Roscoe et al. (2006), as perdas de matéria orgânica são incrementadas com o revolvimento do solo, o que resulta na diminuição da cobertura do solo, alterando sua temperatura, a umidade e aeração.

A quantidade de C-biomassa microbiana encontrada é considerada baixa quando comparada com outros trabalhos conduzidos em sistemas orgânicos, indicando que essa biomassa microbiana se encontrava provavelmente em condições de estresse, fato relacionado com as condições da matéria orgânica. Valores inferiores aos encontrados nesse trabalho envolvendo diferentes tipos de cobertura vegetal foram mencionados por Castro (2007), que atribuiu os resultados ao pouco tempo de estabelecimento das espécies de cobertura utilizadas nos experimentos.

A época da análise pode ter sido outro fator que influenciou nos resultados, já que, na coleta realizada após a colheita do milho, a área estava em pousio e o sistema não recebeu nenhum aporte de matéria orgânica, o que pode indicar a ausência de C facilmente disponível no sistema.

Variações acentuadas nos atributos microbiológicos entre as diferentes épocas de avaliações e em relação ao tipo de cultura foram observadas por diversos autores. O carbono da biomassa microbiana (C-microbiano) do solo foi influenciado pela época de amostragem, e os menores valores de biomassa ocorreram nos meses mais frios (PAVAN, 1991; CATTELAN & TORRES, 1994; FERNANDES, 1995; NUNES, 2003).

As variações foram atribuídas principalmente em relação à umidade do solo, pois a biomassa microbiana funciona como sensível indicador de variações ambientais (MERCANTE et al., 2008; NUNES, 2003).

De acordo com Campbell (1982), essas interações entre o manejo do solo, a cobertura vegetal e as variações climáticas durante as diferentes épocas do ano fazem com que ocorram flutuações sazonais no desenvolvimento microbiano, sendo maiores nas camadas superficiais do solo, onde existem as maiores oscilações de umidade e temperatura. Esse efeito é maior em solos conduzidos com culturas anuais do que naqueles com pastagens perenes ou mata nativa, devido à maior variação da cobertura vegetal e aporte de nutrientes.

A presença do adubo verde (feijão-de-porco) nos tratamentos orgânicos PDO2 e PDO3 não interferiu no C-microbiano (Tabela 3). Diferentemente, Costa et al. (2008), Pereira et al. (2008) e Franchini et al. (2007) verificaram que a utilização de adubos verdes contribuiu para o incremento da atividade microbiana do solo, favorecendo assim sua qualidade, mas, de acordo com Balota et al. (1998, 2003), nem sempre são constatadas diferenças estatísticas.

Em razão de uma falta de padronização dos métodos utilizados, a comparação entre parâmetros microbiológicos deve ser cautelosa. Trabalhos com diferentes formas de digestão para o C-microbiano verificaram variação de até 1.500% nos valores de biomassa microbiana (REIS, 2007).

A análise química do solo (Tabela 2) revela níveis maiores para a maioria dos nutrientes nos sistemas orgânicos, contudo, não se verificaram os mesmos resultados para a maioria dos indicadores microbiológicos. Mercate et al. (2008) também não observaram correlação entre os atributos químicos e os indicadores microbiológicos em área manejada com diferentes coberturas vegetais.

É importante salientar que, com frequência, os atributos microbiológicos são capazes de detectar alterações devido ao manejo do solo e das culturas em um estágio anterior ao das mudanças nos atributos químicos e físicos, por isso são considerados bons indicadores da qualidade do solo (BALOTA et al., 2003, 2004; FRANCHINI et al., 2007).

O conteúdo de matéria orgânica (Tabela 2) do solo foi maior nas parcelas orgânicas, em decorrência provavelmente da utilização do composto orgânico ao longo dos anos de condução do experimento, no entanto, esse resultado não influenciou o C-microbiano. Na maioria dos estudos sobre efeitos de sistemas de manejo, verificou-se que as mudanças no conteúdo de matéria orgânica do solo ocorrem em médio e longo prazo, requerendo maior tempo para ser quantificada (ROSCOE et al., 2006).

De acordo com Lagomarsino et al. (2009), mudanças no carbono orgânico total do solo não são rapidamente detectáveis devido ao elevado nível de C nas camadas não superficiais do solo.

A respiração basal tem sido utilizada para avaliar a atividade geral da biomassa microbiana, podendo ser altamente influenciada por fatores como umidade, temperatura, estrutura e disponibilidade de nutrientes do solo (ALEF, 1995)

Apesar de a respiração basal (RB) ter uma determinação sensível e ser influenciada pelos sistemas de manejo do solo, não se observaram no presente estudo influências significativas dos sistemas no teor de C-CO₂ liberado (Tabela 3).

A aração provavelmente esteve entre as causas, pois essa operação quebra os agregados do solo e expõe a matéria orgânica. De acordo com Nunes (2003), qualquer desequilíbrio entre a atividade biológica e os recursos fornecidos à microbiota do solo levará a perdas de energia do sistema, acarretando impactos ambientais negativos, como a diminuição da produção líquida e aumento na liberação CO₂ por meio da respiração da biota.

Os resultados da RB divergem dos encontrados por Araújo e Monteiro (2008), pois encontraram diferenças significativas entre sistemas orgânico e convencional, em que as maiores taxas foram para os sistemas orgânicos, atribuindo os resultados à adição de fontes de matéria orgânica lábil.

O coeficiente metabólico (qCO₂), que se refere a uma medida da atividade metabólica específica, varia de acordo com a composição e estado fisiológico da comunidade microbiana, a disponibilidade de substratos e diversos fatores abióticos (ANDERSON, 1994). Este quociente foi proposto

como um indicador de perturbação dos ecossistemas durante a adaptação a diferentes práticas agrícolas (MELEIRO, 2006).

Estudos sobre manejo do solo devem buscar sistemas que promovam menores qCO_2 , pois, nesses sistemas, a biomassa microbiana está em equilíbrio, com menores perdas de CO_2 pela respiração, e, com isso, maior é a incorporação de C à biomassa microbiana (GAMA-RODRIGUES, 1999).

Essa variável (qCO_2) também não se diferenciou entre os sistemas de manejo estudados, pois os valores estão acima dos encontrados por Nunes (2003) estudando áreas com plantio de café e mata nativa em longo período de tempo. No entanto, seus valores para respiração basal foram semelhantes aos do presente trabalho, levando a supor que o C-microbiano foi o principal fator que elevou o qCO_2 .

Segundo Tótola & Chaer (2002), o aumento no teor do qCO_2 indica maior consumo de carbono prontamente mineralizável e, conseqüentemente, maior perda de CO_2 para os sistemas.

Mercante et al. (2008) não verificaram diferenças nos valores da respiração basal microbiana e no teor de qCO_2 entre os sistemas de plantio direto e convencional, atribuindo os resultados ao pouco tempo de implantação do sistema de plantio direto.

Entre as enzimas avaliadas, observam-se diferenças significativas na β -glicosidase e na fosfatase alcalina (Tabela 3).

A β -glicosidase atua na etapa final do processo de hidrólise da celulose e de oligossacarídeos, liberando açúcar, possuindo uma correlação direta com a matéria orgânica do solo (EIVAZIR & TABATAI, 1988). Quanto mais alta atividade desta enzima maior será a quantidade de material facilmente decomposto, servindo de fonte de nutrientes para a comunidade microbiológica, que, conseqüentemente, vão torná-la disponível para as plantas pela mineralização (CARVALHO, 2005).

As maiores taxas de atividade das enzimas foram verificadas nos tratamentos orgânicos PDO1, PDO2 e PDO3, fato que pode ser atribuído à adubação com composto orgânico e à presença das plantas de feijão-deporco. Conforme ressaltado por Bandick & Dick (1999), a enzima pode estar associada não só ao acúmulo, mas também à qualidade dos restos culturais acumulados na superfície do solo.

Não se verificaram diferenças na atividade da fosfatase ácida nas diferentes modalidades de manejo. Resultados semelhantes foram encontrados por Lagomarsino et al. (2009), estudando o cultivo de espécies (tomate, ervilha e trigo) em sistema convencional e orgânico por longo período de tempo.

De acordo com Tejada et al. (2009), uma alta atividade das enzimas fosfatadas nos solos sugere existência de fósforo nos resíduos orgânicos do composto que podem agir como substrato para a enzima, ou a existência de populações microbianas que precisam de fósforo inorgânico para seu próprio desenvolvimento, estimulando a síntese da enzima.

A fosfatase alcalina é uma fosfomonoesterase de importância na mineralização do P orgânico do solo, e os microrganismos são totalmente responsáveis por essa atividade, já que a enzima não é sintetizada pelas plantas (TYLER, 1974 citado por ANDRADE & SILVEIRA, 2004).

Os resultados mostram diferenças significativas nas taxas da fosfatase alcalina entre os sistemas, e os maiores valores foram para os sistemas orgânicos (Tabela 3). Melero et al. (2006); Kremer & Li (2003) também encontraram a atividade da fosfatase alcalina superior em solo manejado organicamente do que no solo convencional, observando que a atividade da fosfatase alcalina foi estreitamente relacionada com a matéria orgânica do conteúdo do solo.

Nos resultados da FDA, observou-se que o tratamento orgânico PDO1 foi o que obteve maior atividade microbiológica, com 166 $\mu\text{m fluoresceína/g/ss/hora}$ (FDA). De acordo com Silva et al. (2004), a atividade microbiológica está diretamente relacionada com o acúmulo de matéria orgânica da superfície do solo.

Avaliações realizadas por Celestino (2008) na mesma área de estudo verificaram teores de matéria orgânica do solo superiores aos demais no sistema orgânico (PDO1), com valor de aproximadamente 7,0 dag kg^{-1} (Tabela 2). Este fato ocorreu devido ao uso contínuo da adubação orgânica ($40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) ao longo do tempo, como consequência ocorrendo aumento da matéria orgânica e com isso aumento da atividade microbiológica.

Os menores valores encontrados para FDA foram para a testemunha PDC-1 com 97 $\mu\text{m fluoresceína/g/ss/hora}$, indicando menor taxa de atividade

microbiana. Fato comprovado pelos dados de Celestino (2008), que encontrou teor de matéria orgânica menor neste sistema (3,8 dag/kg).

Diferentemente dos índices C-microbiano RB e qCO_2 , a atividade das enzimas foi mais sensível ao manejo orgânico, com resultados positivos quanto à utilização do composto orgânico e das plantas de feijão-de-porco no sistema.

Esse foi a primeira avaliação dos atributos microbiológicos do solo realizado na área e por ser uma área que vem sendo conduzida desde 1984, ela necessita de avaliações periódicas em que se deve observar a metodologia que mais se adapte aos sistemas de manejo do solo e da cultura para obter resultados mais concretos sobre a influência do manejo do solo ao longo do tempo, na sua qualidade.

4. CONCLUSÕES

O C-microbiano do solo não foi um bom indicador da sua qualidade.

Os valores das atividades das enzimas foram superiores nos solos em manejo orgânico, apontando-as como indicadoras do potencial da funcionalidade dos sistemas.

A maior atividade microbiológica, maior taxa de FDA, foi do sistema orgânico, fato atribuído ao teor de matéria orgânica no solo.

O método de avaliação do FDA mostrou-se promissor no seu uso como indicador da atividade microbiológica do solo.

Tabela 3. Carbono da biomassa microbiana (CBM), atividade respiratória basal (RB), quociente metabólico (qCo₂), enzima β-glicosidase, fosfatase alcalina e ácida e a hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) em amostras de solo de sistemas de plantio orgânico e convencional de milho.

Tratamentos*	CBM	RB	qCo ₂	FDA	β-	Fosfatase	Fosfatase
	μg/g Solo Seco	μg CO ₂ /gSS/h	μg CO ₂ / μg CBM * h	μg fluoresceína /g/SS/hora	glicosidaseμg p-nitrofenol/g SS/hora	alcalina	ácida
PT1	47,66 a	4,03 a	0,09 a	97,06 b	152,20 b	60,70 c	372,80 a
PT2	65,63 a	3,83 a	0,06 a	126,6 ab	164,26 b	65,56 c	366,29 a
PT3	53,36 a	3,85 a	0,08 a	135,16 ab	161,33 b	46,73 c	384,68 a
PO1	48,74 a	5,41 a	0,11 a	166,16 a	201,60 ab	202,06 a	370,50 a
PO2	50,80 a	6,52 a	0,13 a	112,4 b	245,60 a	183,40 a	403,21 a
PO3	44,01 a	5,31 a	0,14 a	137,33 ab	251,70 a	136,13 b	414,65 a

*PT1(sem adubação); PT2 (adubação mineral na dose de 150 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 50 kg de N.ha⁻¹); PT3 (adubação mineral na dose de 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16 + 100kg de N.ha⁻¹); PO1 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹); PO2 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 3 plantas por metro linear); e PO3 (composto orgânico na dose 40 m³ ha⁻¹ + feijão-de-porco na densidade de 6 plantas por metro linear).

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEF, K. Estimation of soil respiration. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Eds.). **Methods in soil microbiology and biochemistry**. New York: Academic, p. 464-470, 1995.
- ALENCAR, F.C.N.; COSTA, J.L.S. Impacto da fumigação na biomassa e atividade microbológica dos solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 33., 2000, Belém. **Fitopatologia Brasileira**, v.25, (suplemento), p.359, 2000.
- ANDERSON, T.H. Physiological analysis of microbial communities in soil: applications and limitations. In: RITZ, K.; DIGHTON, J.; GILLER, K.E. (Ed.). **Beyond the biomass**. London: British Society of Soil Science, p.67-76, 1994.
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.393-395, 1993.
- ANDRADE, S.A. L. de; SILVEIRA, A.P.D. da. Biomassa e atividade microbianas do solo sob influência de chumbo e da rizosfera da soja micorrizada. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39 n.12, 2004.
- ARAÚJO, A. S. F. de., MONTEIRO, R. T. R. INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO. **Biosci. Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
- BALOTA, E. L. et al. Biomassa e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 22: 641-649, 1998.
- BALOTA, E.L. et al. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biol. Fert. Soils**, v. 38:15-20, 2003.
- BALOTA, E.L. et al. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization. **Soil Till. Res.**, v. 77:137-145, 2004.
- BANDICK, A.K. AND DICK, R.P. Field management effects on soil enzyme activities. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 31, 1471-1479, 1999.
- CAMPBELL, C. A. Changes in mineral N and numbers of bacteria and actinomycetes during two years under wheat-fallow in southwest Saskatchewan. **Canadian Journal Soil Science**, v. 62:125-135, 1982.
- CARVALHO, F. de. Atributos bioquímicos como indicadores da qualidade de solos em florestas de *Araucaria angustifolia* no estado de São Paulo. 2005. 79 f. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

CASTRO, P. T. da CUNHA. Cobertura vegetal e indicadores microbiológicos de solo em talude revegetado. 2007. 39 f. Dissertação (mestrado). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

CATTELLAN, A. J.; TORRES, E. Biomassa e população microbiana em latossolo submetido a diferentes preparos do solo com sucessão trigo/soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 15., Londrina, 1993. Ata, Londrina, 1994. p. 42.

COSTA, J.L.S. Inducing suppressiveness to Phytophthora root of avocado by using biochanced mulches. 1995. 154f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - University of California, CA, 1995.

COSTA, M. R. et al. Atributos microbiológicos para avaliação da qualidade do solo cultivado com diferentes espécies de adubo verde. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3: 45-48, 2008.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M.S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa-SCT, 2005. p.17-28.

EDMEADES, D. C. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. **Nutrients Cycling in Agroecosystem**, [S.l.], v. 66, p. 165- 180, 2003.

EIVAZI, F.; TABATABAI, M.A. Glucosidases and galactosidases in soils. **Soil Biol. Biochem.**, v. 20, p. 601-606, 1988.

EUCLYDES, R. F. SAEG – Sistemas para análises estatísticas. Versão 8.1. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2003. (www.saeg.com.br).

FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Balanço do carbono e biomassa em solos na Amazônia. In: Melo, I. S.; Azevedo, J. L., (Eds). **Ecologia Microbiana**. EMBRAPA Meio Ambiente. Jaguariúna, São Paulo. p. 423-441. 1998.

FELSOT, A. S.; DZANTOR, E. K. Enhancing biodegradation for detoxification of herbicide waste in soil. In: RACKE, K. D.; COATS J. R., (Ed.). **Enhanced biodegradation of pesticides in the environment**. Washington, DC: ACS, 1990. p.249-268. (ACS Symposium Series, 426).

FERNANDES, S. A. P. Avaliação de parâmetros químicos e biológicos em diferentes sistemas de manejo do solo. 1995. 98p. Dissertação (mestrado) – ESALQ-USP, Piracicaba, 1995.

FIALHO, J. S. et al. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.250-257, 2006.

FONTANETTI, A. Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho. 2008. 84p. Tese de doutorado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FRANCHINI, J.C. et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil Till. Res.**, v. 92, p. 18- 29, 2007.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Porto Alegre, Gênese. p.227-243, 1999.

ISERMEYER, H. Eine einfache Methode zur Detimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Z P flanzenernah Bodenk., 56: 26-38, 1952.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A.; LADD, J.N., /Ed., **Soil biology and biochemistry**, v.13, n.5, p.415-417, 1981.

KINNEY, C. A.; MANDERNACK, K. W.; MOSIER, A. R. Laboratory investigations into the effects of the pesticides mancozeb, chlorothalonil, and prosulfuron on nitrous oxide and nitric oxide production in fertilized soil. **Soil Biol. Biochem.**, v. 37, p. 837-850, 2005.

KREMER, R.I., LI, J. Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management. **Soil Till. Res.** 72, 193–202, 2003.

LAGOMARSINO, A. et al. Soil biochemical indicators as a tool to assess the short-term impact of agricultural management on changes in organic C in a Mediterranean environment . **Ecological Indicators**, v. 9: 51 8–52 7, 2009.

LEITE, L. F. C. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, p. 821-832, 2003.

LIU, M. **Orgânicos em alta**. Notícias. Disponível em:<http://www.fispa.com.br>. Acessada em 28 de Outubro de 2007.

MACHADO C. T. DE T & MACHADO A. T. **Produção de milho orgânico I: perspectivas e práticas agronômicas**. Disponível em:<http://www.planetaorganico.com.br> Acesso em 15 de julho 2004.

MACHADO, C.T. T. **Produção de milho orgânico**. Disponível em:<http://www.planetaorganico.com.br> > Acesso em 15 de julho 2006.

MARTER, D.A., JOHANSON, J. B. & FRANKENBERGER, W.T. Production and persistence of soil enzymes with repeated addition of organic residues. **Soil Science**, v.153: 53-61, 1992.

MELERO, S. et al. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil & Tillage Research**, v.90, 162–170, 2006.

MERCANTE, F. M. et al. Biomassa microbiana em um Argissolo Vermelho , em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Sci. Agron. Maringá**, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.

MORAES, J. C. de C; et al. Herbicida alachlor e diuron na atividade microbiana do solo e germinação de sementes de mamona cultivada em baixa altitude. In: resumos III congresso brasileiro de mamona. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/MANEJO%20CULTURAL/MC%2018.pdf>. Acessado em junho de 2009

NUNES, L. A. P. Qualidade de um solo cultivado com café e sob mata secundária no Município de Viçosa-MG. 2003. 102 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2003.

OLIVEIRA, J.R.A. O impacto de sistemas integrados de lavouras e pastagens na biomassa-C e na atividade biológica de um Latossolo Vermelho-Escuro de Cerrado. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

PAVAN, S. A. Biomassa microbiana e atividade de amilase em solo sob três tipos de coberturas vegetais. 1991. 79 p. Tese – UNESP, Jaboticabal, 1991.

PEREIRA, F. H.; MERCANTE, F. M.; PADOVAN, M. P. Biomassa microbiana do solo sob sistemas de manejo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3 - Suplemento 132 especial, 2008.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, n.2, p.159- 164, 1987.

REIZ, M. R. dos. Indicadores microbiológicos da qualidade do solo e nutrição mineral de plantas de cana-de-açúcar após aplicação de Herbicida. 2007. 60 f. Tese (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; SANTOS, J. C. F.; HUNGRIA, M. (eds). **Biomassa microbiana do solo: fração orgânica mais ativa da matéria orgânica**. Embrapa, 2006, p.163-198.

SANTOS, J. B. et al. Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 683-691, 2005.

SAVIOZZI, A. et al. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. **Biology & Fertility of Soils**, Berlin, v. 35, p. 96-101, 2002.

SCHUNER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. **Applied and Environmental Microbiology**, Washignton, v.43, p.1256-1261, 1982.

SILVA, M.; SIQUEIRA, E.R.; COSTA, J.L. da S. Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbiológica de um solo submetido a reflorestamento. **Revista Ciência Rural**, v.34, n.5, set-out, 2004.

STARK, C. Effects of long- and short-term crop management on soil biological properties and nitrogen dynamics Lincoln University. 2005, 227 f. Thesis (Doctor). Lincoln University, 2005.

TABATABAI, M.A. Soil enzymes. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, J.S.; BOTTOMLEY, P.S. **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.775-883.

TEJADA, M., HERNANDEZ, M. T., GARCIA, G. Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. **Soil & Tillage Research**, v. 102, p. 109–117, 2009.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Tópicos em ciência do solo**, v.2, 2002. p.195-276.

TU, C.; RISTAINO, J. B.; HU, S. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: effects of organic inputs and straw mulching. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 38, p. 247-255, 2006.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biol. Biochem.**, 19:703-707, 1987.

VARGAS, L. K. & SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 24: 35-42, 2002.

VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um solo Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, p.35-42, 2000.

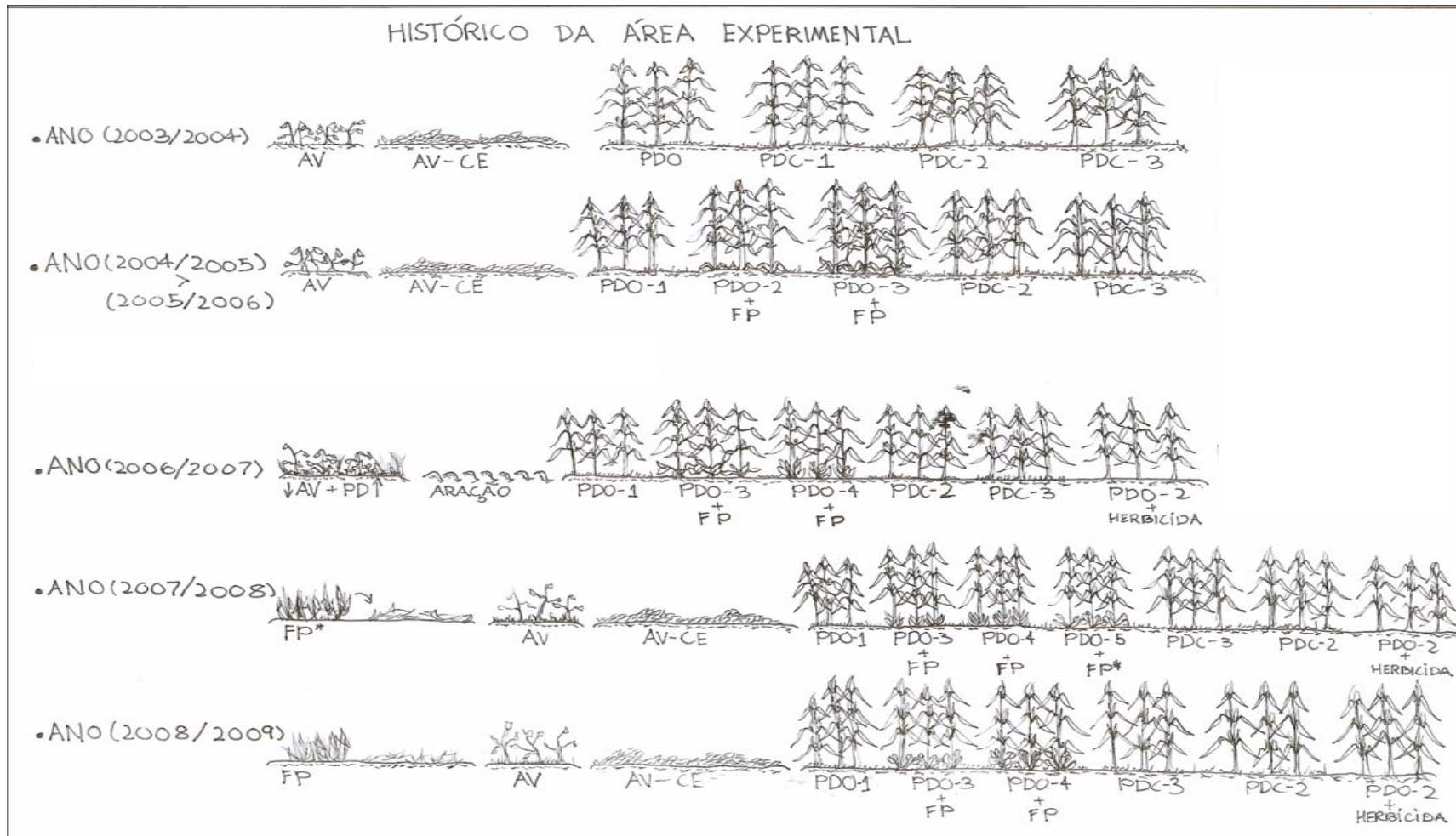
VAZ de MELO, A. Sistemas de plantio direto para milho-verde. 2004. 61f Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2004.

VEIGA, M. da., PANDOLFO, C.M. REINERT, E D.J. **Evolução da produção em sistemas de manejo do solo associados à fontes de nutrientes.** Disponível:<http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/LINKS%20DO%20CBCS%202003/CBCS2003%20EM%20PDF/20.pdf>. Acessado em 02/02/2009.

VIEIRA, R. F. Parâmetros microbiológicos indicadores do efeito do Diuron sobre a microflora do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, maio. 1999.

ZATORRE, N. P. Atributos biológicos do solo como indicadores de qualidade do solo. **Gaia Scientia**, v. 2 n. 1, p. 9 -13, 2008.

ANEXO 1 – HISTÓRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL



Legenda: anexo1

AV: aveia preta

AC-CE: aveia preta ceifada

PDO: plantio direto orgânico

PDC-1: plantio direto convencional 1

DC-2: plantio direto convencional 2

PDC-3: plantio direto convencional 3

PDO-1: plantio direto orgânico

PDO-2: plantio direto orgânico mais a utilização de herbicidas

PDO-3 + FP: plantio direto orgânico 2 mais feijão de porco (3 plantas por metro linear)

PDO-4 + FP: plantio direto orgânico 2 mais feijão de porco (6 plantas por metro linear)

FP: feijão-de-porco