

Fauna edáfica em sistemas de cultivo de batata, soja, feijão e milho

Valmir José de Quadros¹, Zaida Inês Antonioli²,
Carlos Alberto Casali², Genuir Luis Denega², Manoeli Lupatini²,
Ricardo Bemfica Steffen², Stefen Barbosa Pujol²

¹Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
(Unijuí), Ijuí, RS

²Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais/CCR
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS
e-mail: zantonioli@gmail.com

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar a mesofauna edáfica, em sistemas de cultivo orgânico, integrado e mineral, nas culturas de batata, soja, feijão e milho. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com parcelas de 100 m² em cada sistema de cultivo. As amostras de solo coletadas foram submetidas ao processo de flotação e posterior identificação dos organismos com auxílio de microscópio estereoscópico. A maior abundância de organismos da mesofauna foi observada nas culturas de batata e milho. No sistema de cultivo orgânico, ocorreu maior riqueza de organismos nas culturas de batata, soja e milho, do que no sistema integrado na cultura do feijão. Os grupos com maior frequência foram Acarina, Collembola, Hymenoptera, Coleoptera e Isoptera. Entre os nematóides encontrados, o gênero *Meloidogyne* predominou em todos os sistemas de cultivo e culturas.

Palavras-chave: abundância, diversidade, mesofauna, nematóides, riqueza.

Summary

The work aimed to evaluate the edaphic mesofauna, in organic, integrated and mineral cultivation systems, in potato, soybean, bean and maize crops. The experimental design was the randomized blocks, with portions of 100 m² in each cultivated systems. The soil sample collection was submitted to the flotation process and after identification of the organisms by microscope. The highest abundance of organisms of the mesofauna was observed in the potato and maize crops. In the cultivated organic system the higher richness of organisms occurred in the potato,

soybean and maize cultures, their the integrated systems, in the bean culture. The taxa with higher frequency were Acarina, Collembola, Hymenoptera, Coleoptera and Isoptera. Among the nematodes were founded, the genus *Meloidogyne* predominated in all cultivation systems and cultures.

Key Words: abundance, diversity, mesofauna, nematodes, richness.

Introdução

As características de um solo, bem como sua qualidade, são influenciadas pelos organismos que o habitam. A relação pode ser direta, como na fragmentação de material orgânico, ou indireta, como na estruturação do solo, podendo ainda, interferir nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas (PANKHURST & LYNCH, 1994).

A decomposição da matéria orgânica e a consequente liberação de nutrientes para o solo são fundamentais à produção vegetal, sendo alguns microrganismos e invertebrados do solo os principais responsáveis por este processo (LAVELLE *et al.*, 1992). O monitoramento populacional destes organismos permite avaliar a qualidade do solo, o funcionamento dos sistemas de produção (ASSAD, 1997) e as alterações advindas do manejo do solo (BARETTA *et al.*, 2006).

As ações inter-relacionadas dos organismos constituem diferentes estratégias que conduzem ao biofuncionamento do solo, onde as regulações biológicas são extremamente dependentes entre si (VARGAS *et al.*, 1997). A diversidade da fauna edáfica de um determinado sistema de produção está relacionada com a riqueza (número de espécies) e a uniformidade da distribuição dos organismos (equitabilidade) conforme Odum (1983). A variação desta diversidade pode ser influenciada por fatores químicos, físicos e biológicos do solo (BUTCHER *et al.*, 1971) e também pelo tipo de uso e manejo do solo e da cultura (BARETTA *et al.*, 2007). Assim, para melhor avaliar esta variação, são utilizados índices de diversidade, os quais possibilitam integrar fatores que podem demonstrar o nível de sustentabilidade do sistema para os organismos do solo (GLIESSMAN, 2000).

O manejo adequado dos cultivos e boas práticas agrícolas favorecem a diversidade da fauna edáfica, comparado ao sistema de manejo inadequado, pois estimulam a dinâmica da matéria orgânica do solo (SILVA *et al.*, 2006). No trabalho de Rovedder *et al.* (2004) foi encontrada maior diversidade em áreas com sistema plantio direto do que em áreas degradadas, enquanto que Baretta *et al.* (2007) obtiveram a menor diversidade de fauna no sistema de cultivo mineral, livre de vegetação. Estes dados são atribuídos à manutenção ou não de resíduos vegetais, manutenção da umidade e à diminuição de variação da temperatura, à rotação de culturas e à decomposição da matéria orgânica. A adição de fontes orgânicas pode ter

um efeito benéfico sobre os sistemas de cultivo (CORDEIRO *et al.*, 2004) e conseqüentemente sobre a fauna edáfica. Além disso, podem incorporar nutrientes ao solo, promover ganho de rendimento nos sistemas e representar uma fonte complementar de nutrientes (DE-POLLI & CHADA, 1989; AITA & GIACOMINI, 2003). O conjunto de medidas conservacionistas, tais como plantio direto, cobertura de inverno e rotação de culturas, atuam no sentido de alcançar a sustentabilidade (COLEMAN & HENDRIX, 2000).

Assim, a caracterização dos grupos faunísticos pode contribuir para determinar padrões de qualidade do solo, pois em virtude dos organismos estarem na base da cadeia trófica e intrinsecamente associados aos diversos processos ecológicos do solo, estes podem ser usados como importantes indicadores da qualidade do solo (ZILLI *et al.*, 2003).

A partir do exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a fauna edáfica (diversidade e abundância) sob diferentes sistemas de cultivo de batata, soja, feijão e milho.

Material e métodos

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Solos (29° 43' 06" de latitude sul e 53° 43' 45" de longitude oeste) da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria, região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 2006). Os tratamentos foram compostos de três sistemas de cultivo (orgânico, integrado e mineral) e quatro culturas (batata, soja, feijão e milho), em três parcelas de 100 m² cada, com três repetições para cada sistema. As parcelas do sistema orgânico tiveram como fonte de nutrientes a cama de aviário; 1) na cultura da batata foi adicionado 10 Mg ha⁻¹ no plantio, mais 10 Mg ha⁻¹ em cobertura com 51% de massa seca (MS); 2) no feijão 3,5 Mg ha⁻¹; e 3) no milho, 3,5 Mg ha⁻¹ com 52% de MS. Na cultura da soja, as parcelas foram supridas com cinza de casca de arroz e fosfato natural de Gafsa. No sistema denominado integrado, utilizou-se como fonte de nutrientes o mesmo material da parcela orgânica, sendo que o nutriente necessário em menor quantidade determinou o total adicionado de material orgânico. Os demais nutrientes deficitários foram supridos com fonte mineral. O terceiro tipo de sistema, denominado mineral, seguiu o padrão mineral de adubação.

Durante todo o experimento não foi utilizado qualquer tipo de defensivo agrícola comercial, mas sim produtos recomendados para a agricultura orgânica, tais como, calda sulfocálcica, calda bordaleza, supermagro, extrato de timbó e *Baculovirus anticarsia*. O controle de ervas espontâneas

ocorreu através de capina manual somente quando necessário. Foi utilizada irrigação por aspersão durante a condução do experimento.

A batata foi plantada mediante a abertura de sulco e incorporação da adubação nos três sistemas de cultivo. Para a semeadura da soja, utilizou-se a cultivar Fepagro RS-10, inoculada com *Rhizobium*. Para a semeadura do feijão foi utilizado a cultivar FT-Nobre inoculada com as estirpes fixadoras de nitrogênio Semia 4077 e Semia 4080. A semeadura do milho foi realizada com uma variedade Crioula, a qual apresenta características de empalhamento da espiga, menor exigência de fertilidade e adaptação às condições regionais. A adubação ocorreu no momento do plantio, sendo que o nitrogênio foi aplicado nos sistemas de cultivo integrado e mineral, nas formas de uréia e sulfato de amônio, sendo 15% na semeadura e o restante quando as plantas apresentavam entre 6 a 8 folhas.

As coletas do solo para avaliação da fauna edáfica foram realizadas durante um período de quatro meses, com amostragens em intervalos de 30 dias (dezembro de 2002 a março de 2003). Foram coletadas quatro repetições, com trado calador de 8 cm de diâmetro, em pontos centrais de cada parcela, com uma profundidade de 14 cm, sem remoção da palha existente no local durante a coleta. Em seguida, realizou-se a flotação de toda a amostra de solo retirada (JENKINS, 1964). A identificação dos organismos ocorreu ao nível de Filo, Classe e Ordem de acordo com Gallo *et al.* (2002).

A riqueza de grupos foi definida pelo número de organismos identificados em cada sistema e cultura instalada a campo. O agrupamento dos dados foi realizado pelo método de Joining, através das distâncias Euclidianas (Statistica for Windows, Release 4.5, Statsoft, Inc., 1997). Os índices de diversidade de Simpson e Shannon-Wiener foram calculados segundo metodologia descrita por Odum (1983).

As coletas de solo para a determinação da população de nematóides e identificação ao nível de gênero ocorreram em setembro de 2002 e janeiro de 2003. As amostras de solo foram coletadas com o auxílio de um trado calador de 8 cm de diâmetro a 20 cm de profundidade, sendo retiradas quatro amostras por sistema de cultivo. A extração de nematóides do solo foi realizada de acordo com Jenkins (1964).

Os nematóides endoparasitas das batatas foram extraídos por metodologia proposta por Bonetti & Ferraz (1981), sendo a contagem e identificação realizadas em microscópio estereoscópico com aumento de até 40 vezes e microscópio ótico com aumento de até 100 vezes, respectivamente.

Os resultados das populações (fauna e nematóides) foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias entre si em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

A fauna edáfica encontrada nos sistemas de cultivo foi dividida em grupos de acordo com suas características funcionais (LAVELLE *et al.*, 1992). Os organismos encontrados pertencem a três filos (Arthropoda, Annelidea e Mollusca), nove classes (Arachnida, Collembola, Chilopoda, Crustacea, Diplopoda, Diplura, Insecta, Oligochaeta e Mollusca) e 14 ordens (Acarina, Araneae, Collembola, Chilopoda, Isopoda, Diplopoda, Thysanura, Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera e Orthoptera). A maior abundância de organismos ocorreu nas culturas de batata e milho, seguido pelas culturas de feijão e soja (Tabela 1).

A variação do número de grupos de organismos presentes nos sistemas estudados foi de nove (batata mineral) a 13 (feijão integrado e milho orgânico) (Tabela 1). Segundo Silva (1999), na conversão da floresta secundária para sistema com roçada, o número de grupos taxonômicos baixou de 23 para 14, reduzindo a densidade e a diversidade dos microartrópodos edáficos em 90%, não mais se recuperando ao longo do ciclo da cultura. Os maiores índices de diversidade de Simpson ocorreram na cultura da soja, no sistema orgânico, e feijão, no sistema mineral. A cultura da batata apresentou maior índice no sistema integrado e a cultura do milho no sistema orgânico (Tabela 1).

A diversidade de organismos da fauna do solo avaliada neste trabalho mostrou estar mais relacionada com os sistemas de cultivo do que com as culturas (Tabela 2). Os resultados encontrados contrastam com os obtidos por Sautter *et al.* (1998) que comparando a adubação mineral e esterco de bovino, não encontraram diferenças para dois grupos de Collembola e dois grupos de ácaros Oribatei. Da mesma forma, Venturini (2003) constatou que as adubações química e orgânica (vermicomposto) não promoveram modificações na estrutura da população da mesofauna do solo.

Para a cultura da batata, o índice de Simpson variou de 3,09 a 3,78. Resultado semelhante foi encontrado por Silva (1999), onde obteve índice de Simpson de 2,63 para a cultura de cana-de-açúcar, 3,00 para a sucessão mandioca/milho e 3,72 para maracujá.

Os resultados do índice de Shannon-Wiener mostraram que o melhor índice encontrado foi na cultura do feijão, nos sistemas mineral e integrado e na soja, no sistema orgânico. Na cultura da batata, ocorreu mesmo valor do índice de Shannon-Wiener para os sistemas orgânico e integrado (Tabela 1). Venturini (2003) trabalhando com feijoeiro no período de agosto a janeiro, identificou através do índice de Simpson, uma drástica redução da diversidade da fauna edáfica no mês de dezembro, o que atribuiu ao grande número de organismos do grupo Hymenoptera, associada à redução das demais ordens.

Tabela 1. Densidade (indivíduos m⁻²) total de organismos da mesofauna do solo, abundância, grupos taxonômicos e índices de diversidade de Simpson e Shannon-Wiener, em sistema orgânico (Org.), integrado (Integr.) e mineral (Min.) nas culturas de batata, soja, feijão e milho.

Grupos	Batata			Soja			Feijão			Milho		
	Org.	Integr.	Min.	Org.	Integr.	Min.	Org.	Integr.	Min.	Org.	Integr.	Min.
	indivíduos m ⁻²											
Acarina	6100	6200	8150	3750	2200	4800	4800	4700	5150	5900	9050	4000
Araneae	950	550	1050	350	500	350	500	1050	400	600	450	150
Blattodea	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
Collembola	14150	12400	13650	2450	2300	4700	9200	8800	4900	5550	6900	8250
Coleoptera	1550	4100	2400	3000	1500	1250	1800	1600	1750	3000	3600	1150
Crustácea	0	0	0	0	0	0	50	100	0	250	100	0
Diplopoda	350	350	0	50	0	0	1150	100	350	1250	1100	800
Diplura	0	0	0	100	0	100	0	0	0	350	0	0
Diptera	150	350	350	100	100	150	100	500	150	300	800	150
Hemiptera	300	350	150	50	800	100	200	600	1000	0	500	1400
Hymenoptera	2950	15950	1950	2500	6900	2350	6250	7200	4000	16350	22150	400
Isoptera	1550	1650	150	450	250	200	1000	1200	400	1300	350	350
Orthoptera	0	0	0	50	150	100	50	100	50	150	50	150
Oligochaeta	550	100	700	300	100	150	500	400	800	350	650	0
Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	200	850	0	0
Chilopoda	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abundância	28650 d*	42000 b	28550 d	13150 i	14800 h	14250 h	25600 e	26400 e	19150 f	36200 c	45700 a	16800 g
Grupos	11	10	9	12	10	11	12	13	12	13	12	10
Simpson	3,25	3,78	3,09	4,84	3,59	3,87	4,29	4,43	5,11	3,78	3,28	3,20
Shannon-Wiener	0,68	0,68	0,62	0,76	0,70	0,69	0,75	0,77	0,81	0,75	0,67	0,66

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferenciam entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Abundância e riqueza de organismos coletados nas culturas de batata, soja, feijão e milho submetidas a diferentes sistemas de manejo.

Cultivo	Abundância de organismos			
	Batata	Soja	Feijão	Milho
Orgânico	28650 bB*	13150 aC	25600 aB	36200 bA
Integrado	42000 aA	14800 aC	26400 aB	45700 aA
Mineral	28550 bA	14250 aC	19150 bB	16800 cC
CV (%)	4,12	4,35	5,61	5,09
Riqueza de organismos				
Orgânico	11 aB	12 a AB	12 aAB	13 aA
Integrado	10 aB	10 bB	13 aA	12 aA
Mineral	9 aB	11 a AB	12 aA	10 b
CV (%)	4,81	5,02	4,98	5,17

* Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A menor riqueza total de grupos ocorreu na cultura de batata, contudo encontrou-se a maior abundância de organismos nessa cultura (Tabela 1). Este resultado pode ter ocorrido devido ao domínio de alguns grupos, os quais podem ter inibido a presença de outros e/ou pela preferência alimentar, sugerindo que este sistema tem uma menor resiliência e/ou estabilidade.

Com o sistema mineral foram observadas as menores densidades nas culturas, com exceção na cultura da soja onde o sistema orgânico apresentou a menor densidade de organismos (Tabela 1).

Os sistemas de cultivo orgânico, integrado e mineral, parecem não ter influenciado a população total de ácaros. O efeito das culturas sobre a população de ácaros foi mais evidente. A cultura de batata apresentou maior número de ácaros por m², enquanto a cultura de soja apresentou menor população destes organismos, sendo que as culturas de feijão e milho apresentaram população dos mesmos em número intermediário a estas (Figura 1a). De acordo com Vargas *et al.*, 1997, a população de ácaros pode ser influenciada por vários fatores, pois ocupa os mais variados ambientes edáficos. A vegetação predominante interfere diretamente na população de ácaros devido à cobertura do solo, que proporciona micro-climas que be-

neficiam determinados gêneros, determinando maior abundância sobre outros, o que é fortalecido pelo hábito alimentar e disponibilidade de alimento, umidade e temperatura (SAUTTER *et al.*, 1998; BEHAN-PELLETIER, 1999).

O maior número de ácaros foi encontrado no sistema mineral, na cultura de batata e, no sistema integrado, na cultura do milho. A menor população total ocorreu no sistema integrado na cultura de soja. A igualdade entre os sistemas ocorreu na cultura de feijão (Figura 1a).

Os sistemas de cultivo orgânico, integrado e mineral parecem não ter influenciado a população total de colêmbolos (Figura 1b). Resultados semelhantes foram encontrados por Alvarez *et al.* (2001). As culturas estudadas apresentaram grande variação no número total de colêmbolos, existindo maior população na cultura da batata.

O número total de coleópteros foi maior na cultura de batata, onde o sistema integrado apresentou maior abundância, seguido da cultura do milho, também no sistema integrado.

A cultura de soja apresentou abundância de coleópteros superior à cultura de feijão, ambas leguminosas, o que se atribuiu ao ciclo da cultura, devido ao feijão ter sido colhido no mês de fevereiro deixando o solo parcialmente descoberto, enquanto a soja estava em pleno desenvolvimento vegetativo.

Quanto à abundância de isópteros, a maior densidade populacional (3.400 organismos m⁻²) foi observada na cultura da batata (Figura 1d). Batata e feijão apresentaram populações 3,78 e 2,89 vezes superiores, respectivamente, à menor população de isópteros encontrada (cultura da soja) (Tabela 1).

A densidade entre organismos da fauna edáfica neste trabalho não permitem concluir sobre a ação da fauna nos sistemas de cultivo utilizados, sendo necessários estudos com espécies para caracterizar melhor a fauna do solo em sistemas de cultivo orgânico.

A estruturação do arranjo interno da comunidade da fauna edáfica, determinada pela análise de agrupamento evidenciou a formação de dois grupos, quanto à similaridade destes, em diferentes sistemas. Os sistemas mais próximos foram milho orgânico, integrado e batata integrada, enquanto os demais formam um único agrupamento (Figura 2). Lima *et al.* (2002) estudaram diferentes sistemas de preparo do solo, onde encontraram a formação de dois grandes grupos, totalmente distintos, com 100% de distância, o que atribui um grupo considerando os sistemas mais complexos com maior diversidade e outro grupo de menor complexidade. Concluíram que o principal fator determinante da organização da comunidade da macrofauna do solo é tipo de manejo, sendo o plantio convencional um fator de redução da diversidade e complexidade destes agroecossistemas.

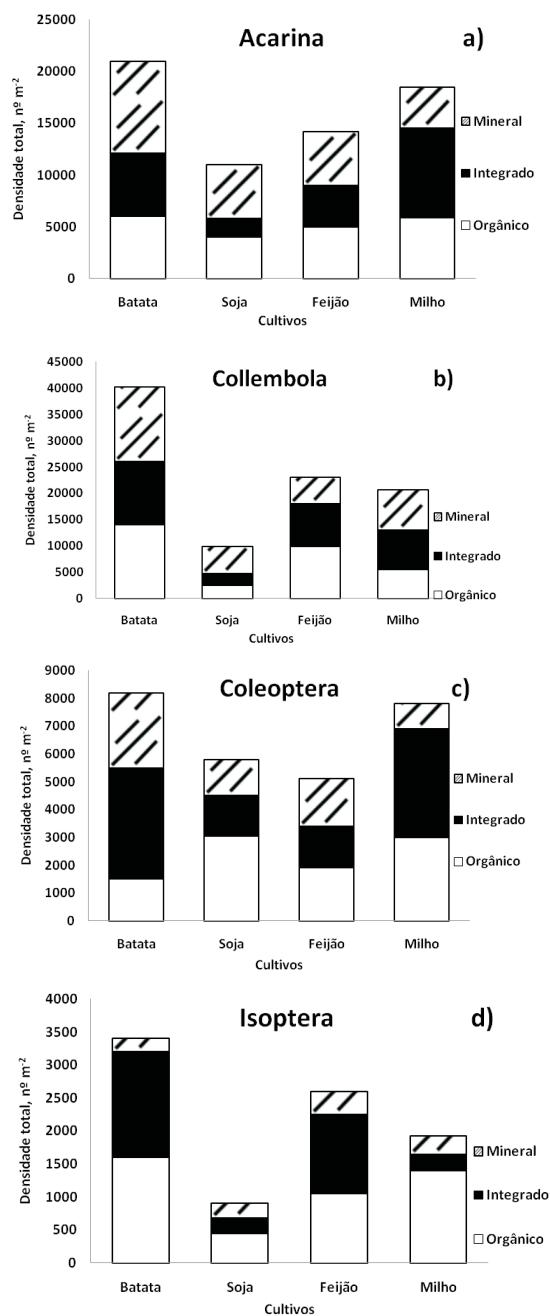


Figura 1. Densidade (indivíduos m^{-2}) total das ordens Acarina (a), Collembola (b), Coleoptera (c) e Isoptera (d) nos sistemas de cultivo orgânico, integrado e mineral nas culturas de batata, soja, feijão e milho.

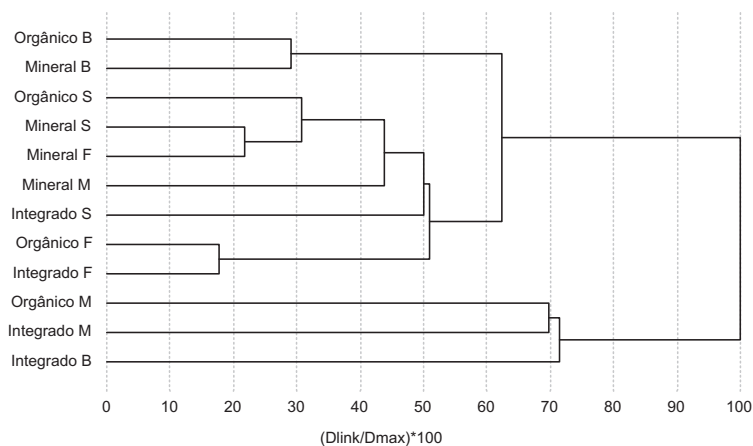


Figura 2. Dendrograma das ligações simples realizadas a partir de agrupamento de 12 variáveis em sistema orgânico, integrado e convencional nas culturas de batata (B), soja (S), feijão (F) e milho (M), utilizando o método de Joining (Tree Clustering) baseado em Distâncias Euclidianas.

Na avaliação de nematóides no solo houve diferença significativa dos sistemas de cultivo para as culturas de batata, soja e milho, não havendo diferença significativa para a cultura do feijão. A cultura de batata apresentou maior população total de nematóides comparado à soja, feijão e milho (Tabela 3).

Os principais gêneros de nematóides encontrados no solo foram: *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Xiphinema* e *Criconemoides*. Também foram encontrados indivíduos pertencentes à classe dos nematóides de vida livre, os quais não foram identificados. O gênero *Meloidogyne* teve frequência de 100% nas culturas de batata, soja, feijão e milho. O gênero *Xiphinema* teve frequência de 83,33%, *Tylenchus* 66,66%, *Criconemoides* 50%, nematóides de vida livre 33,33% e outros gêneros frequência de 16,66%. A maior diversidade de nematóides foi encontrada na cultura do milho.

A adição de 20 Mg de cama de aviário incorporada ao solo durante o plantio e em cobertura, na amontoa, influenciou a população total de nematóides. Entretanto, a aplicação de 10 Mg no sistema integrado, foi semelhante ao sistema mineral, o qual teve como fonte de nutrientes os fertilizantes minerais. Resultados semelhantes foram encontrados por Asmus *et al.* (2002), que obtiveram visível redução na reprodução de *Meloidogyne javanica* trabalhando com tomateiro cultivado com 3% de cama de aviário. Neste mesmo trabalho, não foi encontrada diferença significativa na reprodução, quando se utilizou cama de aviário autoclavada, indepen-

dente da concentração, o que sugere que o efeito principal que atuou não está relacionado com a presença e atividade de microrganismos antagonistas ou de produtos tóxicos ao seu metabolismo. Dias *et al.* (2000) também obtiveram resultados semelhantes avaliando o efeito da adubação à base de esterco de frangos sobre a população de *Meloidogyne incognita* em tomateiros.

Tabela 3. Número total de nematóides em 10 g de solo em sistemas de cultivo orgânico, integrado e mineral nas culturas de batata, soja, feijão e milho. Média de quatro repetições.

Cultivo	Batata		Soja		Feijão		Milho	
	Set.	Jan.	Set.	Jan.	Set.	Jan.	Set.	Jan.
Orgânico	1,2	26,7 b*	1	17,4 a	1,4	14,55 a	2,4	26,8 a
Integrado	2,0	50,3 a	1,8	19,4 a	1,4	19,95 a	1,2	17,0 b
Mineral	1,6	50,4 a	1,4	10,4b	0,8	16,65 a	1,0	14,8 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciam entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Como já constatado por alguns pesquisadores (MACBRIDE *et al.*, 1999; ASMUS *et al.*, 2002), a ação nematicida, decorrente da aplicação de produtos orgânicos ao solo, pode ser resultado do efeito tóxico direto da cama de aviário ou da produção de compostos tóxicos durante o processo de decomposição. A liberação de diferentes formas de nitrogênio no solo, especialmente o nitrogênio amoniacal, pode favorecer determinados microrganismos ou até mesmo permitir a introdução de novas espécies ao solo ou efeito supressivo a nematóides (DIAS *et al.*, 2000).

A condição de pH do solo pode ser outro fator responsável pela redução na população de *Meloidogyne* spp. Segundo Dias *et al.* (2000), quando o pH do solo encontra-se ácido, as moléculas de ácidos orgânicos são capazes de passar pela cutícula do nematóide por estarem de forma dissociada. Dentro do pseudoceloma, ocorre a dissociação dos ácidos e liberação de H⁺, entretanto, em solos com pH neutro ou alcalino, observa-se a ausência da atividade nematicida destes ácidos.

Na cultura da soja, a abundância de nematóides foi semelhante estatisticamente aos sistemas de cultivo integrado e orgânico, diferindo do sistema mineral (Tabela 3). Estes resultados colocam-se abaixo do nível de dano econômico, o que caracteriza flutuação normal na população de nematóides (LORDELLO, 1992; MENDES & RODRIGUES, 2000).

Na cultura do milho, observou-se maior abundância de nematóides

no sistema orgânico, quando comparado aos demais sistemas de cultivo. As culturas de soja e feijão apresentaram maior abundância no sistema integrado, enquanto que a cultura da batata apresentou maior número de nematóides no sistema mineral.

O número de nematóides coletados em setembro de 2002 apresentou uma variação de 0,8 a 2,4 indivíduos em 10 g de solo, comparado a janeiro de 2003 (população final). A abundância aumentou consideravelmente, sendo que a cultura de batata apresentou a maior proporcionalidade no número de indivíduos. Este resultado provavelmente decorreu de temperaturas elevadas no período primavera/verão e umidade constante, já que o experimento foi irrigado sempre que necessário. Estes fatores, juntamente com a disponibilidade de alimentos, são importantes condicionadores da reprodução dos nematóides (LORDELLO, 1992; TIHOHOD, 1993).

A abundância total de nematóides presentes em 10 g de tubérculos de batata manteve a mesma tendência da encontrada no solo, entretanto, foram encontrados somente os gêneros *Meloidogyne* e *Xiphinema* com amplo domínio do primeiro (Tabela 4).

Tabela 4. Abundância de nematóides presentes em 10 g de tubérculo de batata.

Cultivo	Nematóide total (10g de tubérculo)	Gênero(%)	
		<i>Meloidogyne</i>	<i>Xiphinema</i>
Orgânico	3,4 b*	100,0	0,0
Integrado	4,8 ab	87,5	12,5
Mineral	5,8 a	96,9	3,4

* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferenciam entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

A abundância de fitonematóides encontrados nos tubérculos de batata cultivadas no sistema orgânico diferiu em 41,4% do sistema mineral, enquanto o sistema integrado foi mais próximo do orgânico, pois diferiu somente 29%. Este resultado reflete a condição de solo, entretanto, aos sistemas de cultivo semelhantes pode-se atribuir o efeito da adição de 10 Mg ha⁻¹ de cama de aviário. O gênero *Meloidogyne* foi o único encontrado no sistema orgânico (100%). Este gênero representou 87,5% da população de nematóides no sistema integrado e 96,9% no sistema mineral. O gênero *Xiphinema* não foi encontrado no sistema orgânico, sendo que, no integrado encontrou-se 12,5% e 3,5% no mineral (Tabela 4). Resultados seme-

lhantes à esse trabalho foram encontrados por Charchar (1997), o qual cita que os principais nematóides associados à cultura de batata nas principais regiões produtoras do Brasil são: *Helicotylenchus dihystera*, *Criconemella* spp, *Aphelenchoides* spp, *Xiphinema brasiliense* e *Meloidogyne* spp.

A complexidade de interações presentes em um experimento de campo e as diferentes reações que elas promovem no solo permanecem desconhecidas. Mais pesquisas são necessárias a fim de entender como as alterações químicas, físicas e biológicas afetam as populações da fauna quando diferentes sistemas de cultivo são utilizados.

Conclusões

A frequência de Acarina, Collembola, Hymenoptera, Coleoptera e Isoptera foi similar nas culturas de batata, soja, feijão e milho nos três sistemas de cultivo.

A diversidade encontrada demonstrou maior relação com as culturas do que com os sistemas de cultivo.

O gênero *Meloidogyne* predominou nos sistemas de cultivo orgânico, integrado e mineral, nas três culturas.

Agradecimentos

À UFSM, ao PPGCS e ao CNPq, os nossos agradecimentos pela oportunidade e apoio financeiro para a realização deste trabalho.

Referências bibliográficas

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p.601-612, 2003.

ALVAREZ, T.; FRAMPTON, G.K.; GOULSON, D. Epigaeic Collembola in wheat hunter organic, integrated and conventional farm management regimes. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v.83, p. 95-110, 2001.

ASMUS, G.L.; INOWE, T.S.; ANDRADE, P.J.M. Efeito da cama de frangos de corte sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e o crescimento de plantas de tomateiro. *Nematologia Brasileira*, v. 26, p. 21-25, 2002.

ASSAD, M.L.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Eds). *Biologia dos Solos dos Cerrados*. Planaltina: MBRAPA, 1997. p.361-443.

BARETTA, D.; MAFRA, A.L.; SANTOS, J.C.P.; AMARANTE, C.V.T.; BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p. 1675-1679, 2006.

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F.; BARETTA, C.R.D.M. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 5, p. 108-117, 2007.

BEHAN-PELLETIER, V.M. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v. 74, p. 411-423, 1999.

BONETTI, J.I.S.; FERRAZ, S. Modificação do método de HUSSEY & BARKER para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* do cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, v. 6, p. 553, 1981.

BUTCHER, J.W.; SNINDER, R.; SNINDER, R. J. Bioecology of edafic Collembola and Acarin. *Annual Review of Entomology*, v. 6, p. 249-288, 1971.

CHARCHAR, J.M. Nematóides associados à cultura de batata (*Solanum tuberosum* L.) nas principais regiões de produção do Brasil. *Nematologia Brasileira*, v. 21, p. 49-59, 1997.

COLEMAN, D.; HENDRIX, P. *Invertebrates as Webmasters in Ecosystems*. New York: CABI Publishing, 2000. 335p.

CORDEIRO, F.C.; DIAS, F.C.; MERLIM, A.O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M. DE.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistemas de manejo orgânico de produção. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida*, v. 24, p. 29-34, 2004.

DE-POLLI, H.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.13, p. 287-293, 1989.

DIAS, C.R.; EZEQUIEL, D.P.; SCHWAN, A.V.; FERRAZ, S. Efeito da adubação à base de esterco de galinha poedeira sobre a população de *Meloidogyne incognita* no solo. *Nematologia Brasileira*, v. 24, p. 59-63, 2000.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa produção de informações, 2006. 306p.

Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia em Informática para a Agricultura. Ambiente software NTIA, versão 4.2.2: Manual do Usuário – Ferramental Estatístico. 1997.

FERREIRA, D.F. *Sistemas de análise estatística para dados balanceados*. Lavras:UFLA/DEX/SISVAR, 2000. 145p.

GALLO, D.; NAKANOS, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.PL.; BAPTISTA, G.C.D. DE.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.PL.; ZUCCHI, R.A.; BAT, S. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GLIESSMAN, S.R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653p.

JENKINS, W.R. A Rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report*, v. 48, p. 692, 1964.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A.V.; MARTIN, S. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. *Soil Science Society America Journal: Special Publication*, 29. 1992.

LIMA, A.J.P.; BASSO, N.; SANTOS, A.C.S.; NEUMANN, P.S.; MÜLLER, A.G.; GARCIA, D.C. *Administração da unidade de produção familiar: modalidades de trabalho com agricultores*. Ijuí: UNIJUÍ, 2001. 222p.

LORDELLO, L.G. *Nematóides de plantas cultivadas*. São Paulo: Nobel, 1992. 314p.

MACBRIDE, R.G.; MIKKELSEN, R.L.; BARKER, K.R. Survival and infection of root-Knot nematodes added to soil amended with rye at different stages of decomposition and cropped with cotton. *Applied Soil Ecology*, v.13, p. 231-235, 1999.

MENDES, M.L.; RODRIGUEZ, P.B.N. Reação de cultivares de soja (*Glycine max* L.) aos nematóides de galhas *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* raças 1, 2, 3 e 4. *Nematologia Brasileira*, v. 24, p. 211-217, 2000.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 446p.

PANKHURST, C.E.; LYNCH, J.M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R. *Soil biota: management in sustainable farming systems*. Melbourne: CSIRO, 1994. p.3-12.

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

SAUTTER, K.D.; NETO, J.A.M.; MORAES, A. DE.; SANTOS, H.R. DOS.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J. População de oribatei e collembola em

pastagens na recuperação de solos degradados pela mineração de xisto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, p. 1509-1513, 1998.

SILVA, L.G. DA. *Estudo de colonização em cana-de-açúcar (Saccharum officinarum) por Acetobacter diazotrophicus e Herbaspirillum spp. utilizando técnicas imunológicas*. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1999.

SILVA, R.F. da.; AQUINO, A.M. de.; MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M.F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p. 697-704, 2006.

TIHOHOD, D. *Nematologia agrícola aplicada*. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 669p.

VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R.S. *Biologia dos Solos dos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA, 1997. 524p.

VENTURINI, S.F. *Efeito do uso de vermicomposto na população de organismos edáficos, nutrição e produção de grãos de feijoeiro*. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2003.

ZILLI, J.E.; RUMJNEK, N.G.; XAVIER, G.R.; Coutinho, H.L.C.; Neves, M.C.P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 20, p. 391-411, 2003.

Submetido em: 21/08/2008

Aceito em: 26/01/2009