

Macrofauna invertebrada edáfica em pastagem sul brasileira sob diferentes preparos orgânicos

Leila Aubriff Klenk, Maria Aparecida Cassilha Zaedaneack, Antonio Carlos Vargas Motta, Rangel Consalter*, Ana Simone Richeter, Eder Borges

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil
*Autor correspondente, e-mail: rangelconsalter@hotmail.com.br

Resumo

Objetivou-se avaliar a densidade e a riqueza da macrofauna edáfica, em área com dois a três anos de estabelecimento de pastagem orgânica sob pastoreio rotativo, submetidos a três tratamentos, a saber: SO (Sistema orgânico), BD (Sistema orgânico + preparados biodinâmicos) e EM (Sistema orgânico + *Embiotic*®). Monólitos de solo foram coletados em quatro épocas (dezembro de 2008, março, junho e setembro de 2009) para avaliação da macrofauna edáfica. A produtividade obtida foi alta quando comparada as pastagens nativas da região, dado provavelmente à alta fertilidade do solo utilizado. Nem a produtividade ou demais parâmetros de qualidade de pastagem não foram influenciadas pelos tratamentos. As maiores densidades da macrofauna foram encontradas no inverno de 2009, com média entre os tratamentos de 3.904 organismos por metro quadrado, seguido do verão 2009, com média de 3.075 organismos por metro quadrado. O número de grupos identificados variou de 12 a 18, em função do tratamento e época estudada. Constatou-se diversidade de grupos funcionais, sendo que formigas, cupins, coleópteros, minhocas e enquitreídeos apresentaram maior densidade. A densidade total da macrofauna edáfica não foi influenciada pelos tratamentos utilizados, com pequena variação dentro das diferentes épocas estudadas. Preparados biodinâmicos e acelerador de decomposição não tiveram influência na produtividade e qualidade das pastagens e também sobre a macrofauna edáfica nas condições estudadas.

Palavras-chave: Pastoreio rotativo, Preparados biodinâmicos, Pastagem orgânica, Microrganismos eficientes, Índices ecológicos.

Edaphic invertebrate macrofauna in southern Brazil pasture under different organic preparations

Abstract

This study aimed to evaluate the density and richness of soil macrofauna, in an area with two to three years of pasture establishment. Three treatments were applied to the pasture, which had been managed under rotational grazing and organic system. The three treatments were organic system, organic system plus biodynamic prepared and organic system plus decay activator. Soil monoliths (0.25m x 0.25 m) were collected in four seasons (December 2008, March 2009, June 2009 and September 2009) for assessment of macrofauna edaphic. High yield was obtained for pasture comparing with native pasture as result of good soil fertility. Neither the yield nor quality parameters of pasture were affected by treatments. The highest macrofauna densities were found in the 2009 winter sampling, with an average of 3.904 organisms per square meter, followed by summer sampling with 3.075 organisms per square meter. The number of macrofauna groups identified ranged from 12 to 18 according treatments and sampling period. A diversity of functional groups was found, with a large density of ants, termites, Coleoptera, earthworms and enchytraeids. The total density of soil macrofauna was not affected by used treatments, with little variation within the different periods studied. Biodynamic prepared and decay activator did not show influence over yield and pasture quality as well as over edaphic fauna, under study condition.

Key words: Rotational grazing, Biodynamic preparations, Organic pasture, Efficiency microorganisms, Ecological indexes.

Recebido: 30 Janeiro 2013
Aceito: 06 Junho 2013

Introdução

Os organismos da macrofauna edáfica desempenham um papel chave no funcionamento do ecossistema, pois ocupam diferentes níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo (Jouquet et al., 2006). A diversidade destes macrorganismos é desejada, pois o desequilíbrio entre os diferentes grupos pode causar impactos como explosão de pragas, diminuição da estrutura física do solo e, conseqüentemente, perda da fertilidade e da capacidade produtiva (Brown et al., 2001).

O sistema pastagem é reconhecidamente conservacionista e possui boa capacidade de manutenção da densidade e diversidade da fauna edáfica (Menezes et al., 2009).

Os sistemas agrícolas orgânicos, por preverem a não utilização de agroquímicos sintéticos, permitindo apenas o uso de métodos naturais, biológicos ou culturais para o controle de pragas e fertilização, geralmente resultam em melhor qualidade e maior atividade biológica do solo, em comparação com sistemas de produção convencionais (Carpenter-Boggs et al., 2000). Além de produtos naturais ou de origem orgânica, a agricultura orgânica prevê ainda a utilização de microorganismos selecionados, porém não transgênicos. *Embiotac*® é um produto comercial lançado no mercado nacional em 2008 pela KMA (Korin Meio Ambiente). É composto de microorganismos e substâncias húmicas que acelerariam a decomposição e estabilização de resíduos (KMA, 2008). Segundo Bellotte et al. (2009) *Embiotac*® demonstrou alta eficiência na taxa de decomposição de lignina em folhas de limão siciliano.

O aumento da fauna edáfica e melhoria nas propriedades biológicas do solo e no crescimento radicular de culturas em sistemas de produção convencionais com a introdução da Agricultura Biodinâmica (Reganold, 1995; Carpenter-Boggs et al., 2000) vem ocorrendo, no entanto há necessidade de mais estudos para obtenção de uma avaliação específica dos benefícios dos preparados biodinâmicos (Carpenter-Boggs et al., 2000).

Os grupos da macrofauna edáfica se mostram eficazes na separação de sistemas

de produção, visto que sua abundância e diversidade são sensíveis a alterações no meio, se caracterizando como indicadores biológicos da qualidade do solo (Jouquet et al., 2006). Contudo, trabalhos que avaliem a qualidade do solo em diferentes sistemas de pastagem orgânica em ambientes subtropicais são escassos. Nesse sentido, este trabalho teve o objetivo de avaliar a densidade e a riqueza da macrofauna edáfica e sua sazonalidade em pastagem submetida a três modalidades de cultivo orgânico.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no Centro de Pesquisa e Referência em Agroecologia - CPRA, em Pinhais-PR, região metropolitana de Curitiba-PR. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com três tratamentos e quatro repetições. Três modalidades de preparos orgânicos de pastagens, SO (Sistema orgânico), BD (Sistema orgânico + preparados biodinâmicos) e EM (Sistema orgânico + *Embiotac*®), 20 meses após a implantação, foram avaliados quanto a índices ecológicos da macrofauna edáfica a 20 cm de profundidade e quatro épocas de amostragem – primavera (dezembro de 2008), verão (março de 2009), outono (junho de 2009) e inverno (setembro de 2009). Ainda, a produtividade e qualidade da forragem foram avaliadas nos períodos de agosto a dezembro de 2008 e 2009.

O ponto central da área experimental se localiza nas coordenadas de 25°23'30"S e 49°07'30"W, com altitude 900 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb, ou seja, temperatura moderada com chuva bem distribuída e verão brando. O mês mais frio apresenta temperatura média inferior a 18°C (mesotérmico), no mês mais quente a temperatura média é inferior a 22°C, sem estação seca definida, e a precipitação média anual é de 1400 mm (IAPAR, 2010) e as estações climáticas são bem definidas.

Os valores de precipitação e temperatura durante a execução do experimento são apresentados na Figura 1. Os dados foram obtidos no Instituto Tecnológico SIMEPAR, a partir de informações da Estação Meteorológica de

Pinhais (PR), situada na Fazenda Experimental do Cangüiri – UFPR, que se localiza ao lado do Centro Paranaense de Agroecologia.

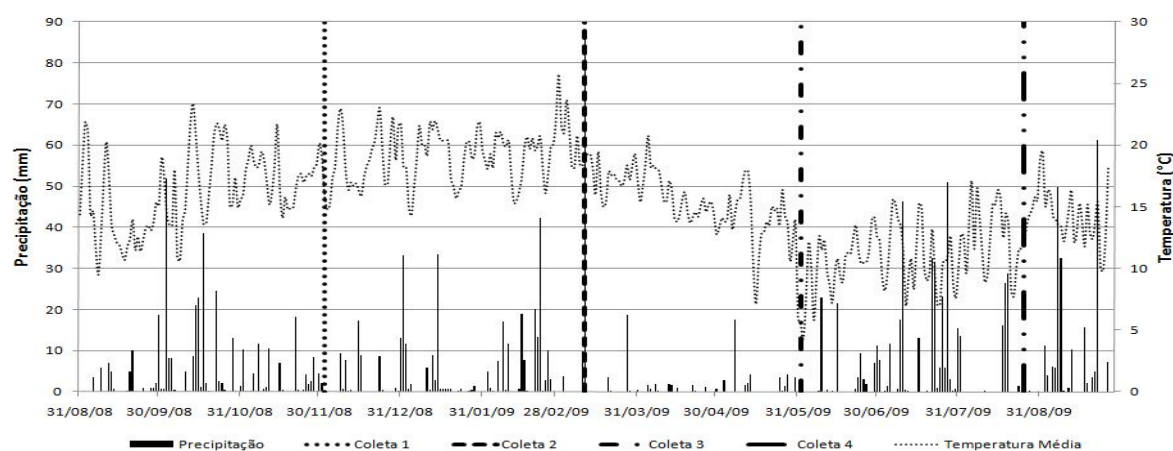


Figura 1. Precipitação (mm) e Temperatura (°C) no período da coleta dos dados – setembro de 2008 a setembro de 2009.

As coletas de solo foram realizadas em dezembro de 2008 e agosto de 2009, período do início e fim das coletas, retirando-se amostras compostas de solo a uma profundidade de 20 cm. Como não houve variação significativa nos valores avaliados nas duas amostras, foi considerada a média dos dois períodos e a análise de solo foi utilizada apenas para caracterização das áreas. As análises foram efetuadas no Laboratório de Análise Química do IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. Foram

determinados pH em CaCl_2 , Al^{3+} , $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , soma de bases (SB), CTC a pH 7, P, C e saturação por bases (V) (Tabela 2).

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo Húmico, Distrófico típico (Embrapa, 2006), de textura argilosa, com alta fertilidade, de caráter antrópico, rico em matéria orgânica, com altos níveis de fósforo, cálcio, magnésio e potássio, saturação por bases superior a 50% e pH não limitante (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo na profundidade de 0-20 cm, valores médios de duas épocas de avaliação - 2008 e 2009.

Tratamento ⁽¹⁾	pH	Al^{3+}	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	SB	CTC	P	C	V
	CaCl_2	cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³	g dm ⁻³	%	
SO	4,86	0,35	8,22	7,16	3,76	0,42	12,04	19,56	10,56	29,45	58
EM	5,28	0,21	6,29	8,61	4,80	0,54	12,64	20,24	11,45	34,49	67
BD	5,05	0,26	6,99	7,25	3,79	0,69	11,72	18,71	16,85	30,67	61

⁽¹⁾ BD = Sistema orgânico + Preparados Biodinâmicos, EM = Sistema orgânico + Embiotic®, SO = Sistema orgânico (Controle).

O experimento foi instalado em uma área de 2,4 hectares, delimitada por estradas de acesso e municipal. Nesta área foram cultivadas, por mais de 25 anos, espécies frutíferas (pêssego, ameixa e outros) em sistema de produção convencional. No ano de 2006 o pomar foi abandonado e as árvores cortadas. A área foi então deixada em pousio para conversão ao sistema orgânico, permitindo assim a regeneração espontânea das espécies forrageiras, primeiramente gramíneas, sucedidas

por leguminosas. No inverno do mesmo ano foi realizada uma sobre-semeadura de azevém (*Lolium multiflorum*, L.). Em 10 de janeiro de 2007, a área foi dividida em piquetes de aproximadamente 1000 m² cada, com um corredor central interligando-os, onde cada piquete correspondia a uma parcela.

Em 05 de março de 2007, foi iniciada a aplicação dos tratamentos. Foram utilizados os seguintes preparados biodinâmicos, feitos no próprio local do experimento: Fladen (composto

com preparados P502 a P506) e P500 (preparado de chifre-esterco) e P501 (preparado de chifre-sílica). O Fladen era pulverizado logo após cada pastoreio sobre o esterco depositado pelos animais, na quantidade de 400 gramas para 60 litros de água por hectare. Os preparados P500 e P501 foram usados duas vezes ao ano. O P500 era aplicado no outono e na primavera, sobre o solo e a pastagem, na quantidade de 200 gramas para 60 litros de água por hectare. O P501 era aplicado no verão e no inverno, sobre as plantas, na quantidade de um grama para 60 litros de água por hectare. O *Embiotic®* foi usado em pulverização nos piquetes imediatamente após a cada saída dos animais, na quantidade de 1L para 100 litros de água por hectare.

Após a aplicação dos produtos, em 09 de julho de 2007, iniciou-se o pastoreio rotativo. Um lote de 12 novilhas, com peso vivo médio em torno de 160 kg, permanecia dois dias em cada piquete e retornava ao local depois de 40 dias em média.

Entre agosto e dezembro de 2008 e entre agosto e dezembro de 2009, a pastagem foi amostrada em todas as parcelas, imediatamente antes de cada entrada de animais. O corte foi feito a partir de três centímetros da base da planta, sendo retiradas quatro amostras aleatórias de 0,25 m² (0,5 x 0,5m) por piquete para compor uma amostra composta. Foram analisados produtividade de massa seca (MS), matéria seca (Ms), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A MS e Ms foram obtidas após secagem do material em estufa com circulação de ar a 65°C até que atingisse massa constante. As análises de determinação de PB, FDN e FDA foram feitas pelo Laboratório de Nutrição Animal do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), seguindo métodos propostos por Van Soest (1963) e Horwitz et al. (1975).

Cada parcela foi previamente subdividida em quadrantes e, após sorteio, foi determinado um quadrante para coleta em cada estação climática do ano. As coletas para avaliação da macrofauna edáfica ocorreram em dezembro de 2008, março de 2009, junho de 2009 e setembro de 2009, sempre a cerca de 20 dias antes do final da estação correspondente. A

macrofauna do solo foi coletada utilizando-se o método recomendado pelo programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), proposto por Anderson & Ingram (1993), com modificações (os monólitos foram retirados com o auxílio de um gabarito metálico, com 0,25 x 0,25cm x 0,20 cm de profundidade).

Em cada parcela, foram extraídos dois monólitos, distantes 15 metros entre si, no quadrante correspondente à estação do ano, previamente sorteado. Após a coleta, o material foi acondicionado em sacos plásticos, identificado e triado sobre bandejas no local, em período não superior a 48 horas. Os organismos coletados foram preservados em álcool 70 % para posterior identificação em laboratório.

Na classificação, foi utilizado o termo grupo significando Classe, Ordem ou Família. Na avaliação do número de indivíduos nos grupos e/ou ordens Insecta, foram consideradas formas adultas e imaturas (larvas). Para Oligochaeta, a família Enchytraeidae foi avaliada separadamente devido à sua importância e grande quantidade encontrada. Para o grupo minhocas, foram considerados ovos, juvenis e adultos.

A comunidade da macrofauna invertebrada edáfica foi avaliada por meio de: densidade (número de organismos por metro quadrado); riqueza/diversidade de grupos (número de grupos por amostra); uniformidade-equitabilidade – índice de Pielou (Magurran, 2003).

Na análise estatística foi realizada a média por bloco amostrado e os resultados, dada a sua heterogeneidade, foram transformados em " x/λ " e submetidos à análise de variância (teste F), considerando-se os efeitos de tratamento, profundidade, época de amostragem e interação entre os mesmos. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. O mesmo procedimento foi adotado para os dados de análise de solo e qualidade da pastagem. As análises estatísticas foram processadas por meio do Programa R (R Development Core Team, 2009).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos (Tabela 2) indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para produtividade de

massa seca (MS), matéria seca (Ms), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nas duas épocas avaliadas.

Tabela 2. Análise bromatológica [Massa seca, matéria seca, proteína bruta, fibra detergente neutra (FDN) e fibra detergente ácida (FDA)] da pastagem da área experimental.

Tratamento ⁽¹⁾	Massa seca Mg ha ⁻¹	Matéria seca	Proteína bruta	FDN	FDA
			%		
2008 *					
BD	3,44 a	21,73 a	20,44 a	50,16 a	24,46 a
EM	4,81 a	19,32 a	19,22 a	46,34 a	25,66 a
SO	3,95 a	21,55 a	18,26 a	46,80 a	25,40 a
2009 *					
BD	7,24 a	13,96 a	17,72 a	64,86 a	35,24 a
EM	6,20 a	17,55 a	17,00 a	63,10 a	38,13 a
SO	8,39 a	13,90 a	17,20 a	62,50 a	36,45 a

⁽¹⁾ BD = Sistema orgânico + Preparados Biodinâmicos, EM = Sistema orgânico + Embiolic®, SO = Sistema orgânico (Controle). *Médias de agosto/setembro, setembro/outubro, outubro/novembro de 2008 e de 2009. Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente (p<0,05%) pelo Teste Scott-Knott.

A produção acumulada de um ano foi superior a 10 Mg ha⁻¹ MS, valores muito superiores aos valores próximos a 4 Mg ha⁻¹ observados em pastagem nativas sul brasileiras sem uso de adubo (Gatiboni et al., 2000; Durigon et al., 2002; Correa et al., 2006). Esta produtividade está associada às boas condições de fertilidade do solo (Tabela 1). Ainda, em função dessa elevada fertilidade, ocorre ressemeadura espontânea do azevém no inverno e primavera, o que não é comum em pastagem nativa.

Estudos comparativos entre sistemas orgânicos e convencionais vêm recebendo grande atenção (Seufert et al., 2012). Onde orgânicos apresentam em geral menor produtividade em função da não utilização de fertilizantes. Contudo, no nosso estudo a comparação entre sistemas orgânicos sem que haja diferença na adição de nutrientes, possivelmente limite a diferença entre tratamentos. Nesse sentido, Reeve et al. (2012) também não constataram diferença na produtividade e qualidade das pastagens em função da aplicação de preparados biodinâmicos.

Cinco grupos de organismos foram os mais representativos da macrofauna edáfica local em termos numéricos médios (organismos por metro quadrado). Em ordem decrescente, nos diferentes tratamentos e épocas, sobressaíram os grupos Formigas, Cupins e Coleópteros, minhocas e enquitreídeos (Oligochaeta). Além desses, Dipteros, Homópteros e outros 13 grupos

de organismos (adultos e/ou formas jovens) estiveram presentes em pelo menos um dos tratamentos e em pelo menos uma das quatro épocas estudadas, com frequência inferior a 1%. Estes grupos de menor importância numérica - Aracnida (aranhas), Chilopoda (centopéias), Diplopoda (piolho-de-cobra), Diplura (Ordem de artrópodes pertencentes à classe Entognatha), Gastropoda (caracóis e lesmas), Isopoda (tatuzinhos), Orthoptera (grilos) e Thysanoptera (tripes) - e os organismos que não puderam ser identificados foram considerados como "Outros".

Entre os coleópteros amostrados destacam-se as famílias Curculionidae, Elateriidae, Nitulidae, Scarabeidae e Tenebrionidae. O gênero *Osorius* (Staphylinidae: Osoriinae) se destacou nos tratamentos BD e EM, nessa ordem, aparecendo em densidade quase três vezes superior nestes do que no tratamento Controle. *Osorius* são considerados saprófagos e são importantes decompositores de fezes animais (Navarrete et al., 2002).

As formigas foram encontradas em todos os tratamentos e épocas, com elevada densidade, distribuídos em subfamílias: doceiras (Formicinae), cortadeiras (Myrmicinae) e, em menor número, predadoras (Ponerinae), além de outras não identificadas. As formigas podem ter sido favorecidas pelo ambiente rico em nitrogênio (Laossi et al., 2008; Santos et al., 2008). Os altos valores de Proteína Bruta encontrados na pastagem estudada confirmam tal preferência

(Tabela 3). No grupo cupins – Classe Isoptera – a família Rhinotermitidae foi identificada em todos os tratamentos e épocas. A espécie de minhoca de maior ocorrência na área estudada foi *Pontoscolex corethurus* e, em menor número, *Amyntas* sp.

Foram encontrados invertebrados de diferentes grupos funcionais: saprófagos, predadores, fitófagos, geófagos, onívoros e rizófagos. A grande diversidade de grupos funcionais encontrados, destacando predadores, como as aranhas e quilópodos e organismos saprófagos de importância para decomposição de bolotas fecais (como p.e. *Osoiriinae*) e a riqueza de grupos encontrados indicam um ambiente complexo e diversificado e com relativo equilíbrio (Merlim et al., 2005).

A densidade média de organismos variou de acordo com a época estudada:

inverno (3.904 organismos m⁻²), seguido do verão (3.075 organismos m⁻²), outono (2.668 organismos m⁻²) e primavera (1.887 organismos m⁻²). A riqueza total, representada pelo número de diferentes grupos coletados e identificados por área, foi semelhante entre os tratamentos, variando entre eles de acordo com a época amostrada. O menor número de grupos foi encontrado em junho 2009 (outono), período que coincide com o final de ciclo das espécies forrageiras de verão enquanto as espécies de inverno ainda não estão estabelecidas. Este período também apresentou baixa precipitação. Os valores de densidade e riqueza observados neste estudo (Tabela 3) foram, em geral, superiores aos observados em pastagem no Brasil, sob diferentes condições de clima e solo (Pimentel et al., 2006; Dias et al., 2006; Dias et al., 2007; Menezes et al., 2009).

Tabela 3. Índices de diversidade da macrofauna do solo (Pielou e Riqueza) em quatro períodos de coleta (primavera, verão, outono e inverno).

Tratamento ⁽¹⁾	Período							
	Primavera		Verão		Outono		Inverno	
	Pielou	Riqueza	Pielou	Riqueza	Pielou	Riqueza	Pielou	Riqueza
BD	0,55	5,75	0,48	7,88	0,52	6,63	0,48	7,75
EM	0,41	4,75	0,65	6,88	0,47	7,63	0,41	6,5
SO	0,53	6,25	0,43	7,12	0,46	6,38	0,51	7,37

⁽¹⁾ BD = Sistema orgânico + Preparados Biodinâmicos, EM = Sistema orgânico + Embiotico®, SO = Sistema orgânico (Controle).

Não houve efeito significativo de tratamento sobre a densidade total da macrofauna, que pode ser justificado pela permanência constante de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo, a cobertura vegetal e a quantidade de alimento existente no local (Barros et al., 2002). Além disso, o alto nível de proteína encontrado na pastagem (Tabela 3), que disponibiliza fonte de energia e nitrogênio, pode favorecer a reprodução dos invertebrados (Dias et al., 2007; Laossi et al., 2008). No entanto, os tratamentos apresentaram efeitos significativos pontuais, sobre a densidade de grupos da macrofauna edáfica (Tabela 3).

O grupo dos Coleópteros, apesar de ser o grupo com a terceira maior densidade encontrada, foi o único avaliado onde a diferença entre tratamentos ocorreu em dois períodos, à densidade foi maior nos tratamentos SO e EM na primavera e outono respectivamente.

Tal fato não permite uma conclusão definitiva do efeito dos tratamentos sobre este grupo.

A maior densidade de minhocas no tratamento BD no verão, em relação aos demais tratamentos e a alta densidade de minhocas no tratamento EM em todos os períodos estudados pode estar relacionada com as características dos tratamentos usados. Os tratamentos BD e EM aceleram a decomposição de resíduos orgânicos (Herminio, 2000; Mitsui, 2006) e o preparado Biodinâmico B500 é usado com o objetivo de estimular o crescimento de raízes e radículas e favorecer a interação das raízes com o solo e organismos (Herminio, 2000).

Os dípteros apresentaram maior densidade no tratamento SO no outono. Justifica-se esse resultado pela presença em uma única parcela de alta densidade de larvas identificadas como Diptera: Sciaridae, associadas possivelmente a excrementos bovinos.

Houve variações sazonais sobre a densidade total de organismos para os tratamentos BD e EM que apresentaram menor densidade total de indivíduos na primavera e, primavera e verão, respectivamente, no entanto, o tratamento SO não apresentou variação sazonal na densidade total, o que indica maior resiliência dos macro organismos edáficos nesse tratamento. Segundo Pasqualin (2009), grupos se sucedem, deixando a densidade total constante ao longo do ano.

O índice de equitabilidade (*eq*) foi analisado em conjunto com a riqueza, os dados são apresentados na Tabela 4. O tratamento BD apresentou maior *eq* na primavera e outono, bem como maior riqueza no verão e inverno. Foi o único tratamento que apresentou redução sazonal na densidade de quatro dos cinco grupos mais representativos em alguma estação do ano – formigas, minhocas, enquitreídeos e coleópteros apresentaram diminuição da densidade na Primavera –, contribuindo para aumento no índice de equitabilidade.

O tratamento EM apresentou as menores *eq* no inverno e primavera, quando a densidade de cupins foi de 712 e 458 organismos m⁻², respectivamente. Já no verão e outono, as densidades foram de 8 e 14 organismos m⁻², respectivamente, e, pode ter havido maior dominância de cupins nessas estações, o que reduziria o índice *eq*. Ainda, apresentou a maior *eq* de todas as épocas e tratamentos, no verão (0,65), época de menor densidade de formigas, grupo mais representativo da macrofauna edáfica, que foi de 442 organismos m⁻² na referida estação contra 3366 organismos m⁻² no inverno (Tabela 5), contribuindo para que nesse período o tratamento EM apresentasse a menor dominância desse grupo e, conseqüentemente a maior uniformidade.

O tratamento SO apresentou maior riqueza e *eq* na primavera e inverno respectivamente (Tabela 4). Houve pequena variação de riqueza entre as épocas estudadas, indicando maior estabilidade do sistema ao longo do ano no referido tratamento.

Nesse sentido, Dias et al. (2006) observaram um ambiente menos favorável ao desenvolvimento da macrofauna

edáfica, avaliando uma pastagem formada exclusivamente por um híbrido de *Digitaria* (Poacea) em um solo de baixa fertilidade. Os autores verificaram valores de densidade e *eq* na ordem de 2213 indivíduos m⁻² e 0,21 respectivamente. O que ressalta a importância da manutenção da fertilidade química do solo, que se reflete em alta produção vegetal, resultando em ambiente favorável ao desenvolvimento de organismos edáficos.

Conclusões

A boa fertilidade do solo, pastagem uniforme e de boa qualidade, propicia alta densidade e riqueza da macrofauna edáfica, mesmo no período de inverno. O uso de preparados biodinâmicos e acelerador de decomposição não influenciaram a produtividade e qualidade das pastagens no período estudado.

Não houve predominância de algum tratamento, portanto, não se pode dizer que a aplicação de preparados biodinâmicos ou a utilização de *Embiotic*® melhore a qualidade biológica do solo avaliada através da macrofauna edáfica em comparação com o sistema orgânico convencional, contudo, a densidade e a sazonalidade de alguns grupos foram sensíveis às aplicações, sendo que essa resposta está relacionada com características intrínsecas dos produtos aplicados. Ainda, a estação climática pode determinar a predominância de algum grupo da macrofauna edáfica.

Tabela 4. Principais grupos taxonômicos (formigas, cupins, minhocas, enquitreídeos, coleópteros, dípteros, homópteros e outros), densidade e riqueza da macrofauna edáfica associada a diferentes tratamentos e épocas de coleta.

Tratamento ⁽¹⁾	Densidade (organismos m ⁻² ± erro padrão)										Riqueza (nº grupos identificados)	
	Formigas	Cupins	Minhoca	Enquitreídeos	Coleópteros	Dípteros	Homópteros	Outros	Total	TOTAL		
	Dezembro de 2008 – primavera											
BD	964±362 ^{ab}	188±91 ^{aA}	72±31 ^{ab}	30±18 ^{cC}	88±31 ^{bb}	72±58 ^{aA}	14±8 ^{aA}	32±14 ^{aA}	1460±430 ^{ab}	14		
EM	442±188 ^{cC}	712±619 ^{aA}	166±71 ^{ab}	4±4 ^{cC}	126±59 ^{bb}	8±4 ^{aA}	4±3 ^{bb}	68±40 ^{aA}	1530±849 ^{ab}	13		
SO	1756±845 ^{aA}	164±95 ^{aA}	174±83 ^{aA}	26±19 ^{ab}	438±174 ^{aA}	12±5 ^{aA}	26±13 ^{aA}	76±34 ^{aA}	2672±1018 ^{aA}	15		
	Março de 2009 – verão											
BD	1812±784 ^{aA}	1158±801 ^{aA}	616±148 ^{aA}	42±23 ^{bC}	198±63 ^{aA}	26±15 ^{aA}	30±15 ^{aA}	54±21 ^{aA}	3936±987 ^{aA}	17		
EM	1160±454 ^{ab}	8±5 ^{bA}	364±134 ^{bA}	134±44 ^{ab}	182±69 ^{ab}	14±8 ^{aA}	18±10 ^{ab}	56±22 ^{aA}	1936±578 ^{ab}	15		
SO	2606±546 ^{aA}	104±99 ^{bA}	230±68 ^{bA}	180±44 ^{aA}	166±52 ^{aA}	10±4 ^{aA}	12±6 ^{aA}	46±18 ^{aA}	3354±678 ^{aA}	12		
	Junho de 2009 – outono											
BD	1928±607 ^{aA}	268±189 ^{aA}	98±33 ^{ab}	160±68 ^{ab}	188±65 ^{bA}	14±5 ^{bA}	86±30 ^{aA}	36±15 ^{aA}	2778±648 ^{aA}	13		
EM	1794±143 ^{aA}	14±12 ^{aA}	184±55 ^{ab}	132±57 ^{ab}	350±115 ^{aA}	22±13 ^{bA}	46±13 ^{aA}	56±22 ^{aA}	2598±299 ^{aA}	13		
SO	1666±543 ^{aA}	94±70 ^{aA}	44±16 ^{aA}	228±60 ^{ab}	236±82 ^{bA}	296±284 ^{aA}	26±12 ^{aA}	38±20 ^{aA}	2628±608 ^{aA}	13		
	Setembro de 2009 – inverno											
BD	2472±615 ^{aA}	258±209 ^{aA}	166±35 ^{ab}	304±61 ^{aA}	206±68 ^{aA}	8±3 ^{aA}	2±2 ^{bb}	64±26 ^{aA}	3480±751 ^{aA}	18		
EM	3366±520 ^{aA}	458±304 ^{aA}	188±45 ^{ab}	580±277 ^{aA}	228±76 ^{aA}	4±3 ^{aA}	2±2 ^{bb}	22±7 ^{aA}	4848±721 ^{aA}	16		
SO	2336±496 ^{aA}	268±161 ^{aA}	106±24 ^{aA}	37±179 ^{aA}	234±73 ^{aA}	20±12 ^{aA}	18±8 ^{aA}	26±8 ^{aA}	3384±618 ^{aA}	14		

(1) BD = Sistema orgânico + Preparados Biorracionais; EM = Sistema orgânico + Embiótico; SO = Sistema orgânico (Controle). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ($p < 0,05\%$) pelo teste Scotti Knott. Letras minúsculas, em relação aos tratamentos em mesma época e letras maiúsculas em relação ao mesmo tratamento em diferentes épocas. Dados transformados em $\sqrt{\lambda + 0,5}$.

Referências

- Anderson, J.D., Ingram, J.S.I. 1993. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods, 2.ed. Oxford University Press, Oxford, Inglaterra. 171 p.
- Barros, E., Pashanasi, B., Constantino, R., Lavelle, P. 2002. Effects of land use system on the soil macrofauna in Western Brazilian Amazônia. *Biology Fertility Soils* 35: 338-347.
- Bellotte, J.A.M., Kupper, K.C., Rinaldo, D., Souza, A. de, Pereira, F.D., Goes, A. de. 2009. Acceleration of the decomposition of Sicilian lemon leaves as an auxiliary measure in the control of citrus black spot. *Tropical Plant Pathology* 34: 71-76.
- Brown, G.G., Frago, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J. C., Bueno, J., Moreno, A.G., Lavelle, P., Ordaz, V., Rodríguez, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana* 1: 79-110.
- Carpenter-Boggs, L., Kennedy, A.C., Reganold, J.P. 2000. Organic and biodynamic management: effect on soil biology. *Soil Science Society American Journal* 64: 1651-1659.
- Correa, D.A., Scheffer-Basso, S.M., Fontaneli, R.S. 2006. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. *Revista Brasileira de Agrociência* 10: 17-23.
- Dias, F.P., Souto, S.M., Correia, M.E. F., Rocha, G.P., Moreira, J.F., Khalil, M. R., Franco, A.A. 2007. Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 37: 38-44.
- Dias P.F., Souto, M.S., Correia, M.E.F., Rodrigues, K.M., Franco, A.A. 2006. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 1015-1021.
- Durigon, R., Ceretta, C.A., Basso, C.J., Barcellos, L.A.R., Pavinato, P.S. 2002. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 26: 983-992.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brasil. 306p.
- Gatiboni, L.C., Kaminski, J., Pellegrini, J.B.R., Brunetto, G., Saggini, A., Flores, J.P.C. 2000. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 1663-1668.
- Herminio, D.B.C. 2000. Preparados Biodinâmicos. Curso de Especialização de Agricultura Biológico-Dinâmica, UNIUBE – Instituto ELO.
- Horwitz, W., Senzel, A., Reynolds, H. (Ed.). 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA. 1094 p.
- IAPAR. Instituto de Pesquisa do Paraná. 2010. <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677/> <Acesso em 10 Mai. 2010>
- Jouquet, P., Dauber, J., Lagerlöf, J., Lavelle, P., Lepage, M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology* 32: 153-164.
- KMA. Korin Meio Ambiente. 2008. <http://www.kmambiente.com.br/noticia.jsp?id=163> <Acesso em 30 Jan. 2013>
- Laossi, K-R., Barot, S., Carvalho, D., Desjardins, T., Lavelle, P., Martins, M., Mitja, D.,
- Magurran, A.E. 2003. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing Limited, London, UK. 260 p.
- Menezes, C.E.G., Brown, G.G., Constantino, R., Louzada, J.N.C., Luizão, F.J., Morais, J.W.de, Zanetti, R. 2009. Macrofauna edáfica em estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiras (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33: 1647-1656.
- Merlim, A.O., Guerra, J.G.M., Junqueira, R.M., Aquino, A.M. 2005. Soil macrofauna in cover crops of figs grown under organic management. *Scientia Agricola* 62: 57-61.
- Mitsuiki, C. 2006. *Efeito de sistema de preparo de solo e do uso de microrganismos eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata*. xxf. (Dissertação de Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Navarrete, J.L., Newton, A.F., Thayer, M.K., Ashe, J.S., Chandler, D.S. 2002. Guia ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de Méjico. Universidad de Guadalajara y Conabio, Jalisco, México. 401 p.
- Pasqualin, L.A. 2009. *Influência da vinhaça e método de colheita sobre macrofauna edáfica na cultura da cana-de-açúcar*. xxf. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

Pimentel, M.S., Aquino, A.M. De, Correia, M.E.F., Costa, J.R., Ricci, M. Dos S.F., De Polli, H. 2006. Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do médio Paraíba fluminense, RJ. *Coffee Science* 1: 85-93.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2009. <http://cran.r-c3sl.ufpr.br/> <Acesso em 12 Dez. 2009>

Reeve, J.R.; Carpenter-Boggs, L., Sehmsdorf, H. 2012. Sustainable agriculture: A case study of a small Lopez Island farm. *Agricultural Systems* 104: 572-579.

Reganold, J.P. 1995. Soil quality and profitability of biodynamic and conventional farming systems: a review. *American Journal of Alternative Agriculture* 10: 36-45.

Santos, G.G., Silveira, P.M., Marchão, R.L., Becquer, T., Balbino, L.C. 2008. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 115-122.

Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J. A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485: 229-232.

Van Soest, P.J. The use of detergent in the analysis of fibrous feeds. 1963. II. A rapid method for the determination fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists* 46: 829-835.