

Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense¹

Soil crop systems and edaphic fauna diversity on the southern plateau of Santa Catarina - Brazil

Dilmar Baretta², Julio Cesar Pires Santos³, Ildegardis Bertol³, Mauricio Vicente Alves⁴, Alex Fernando Manfoi⁵, Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta²

Recebido em 25/08/2006; aprovado em 02/03/2007.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o impacto e sistemas de preparo e cultivo do solo sobre a abundância e diversidade da fauna edáfica. O trabalho foi conduzido em Lages, SC, num Cambissolo Húmico aluminoso, de fevereiro a dezembro de 2001, consistindo dos seguintes sistemas de preparo do solo: preparo convencional (PC); cultivo mínimo (CM); e semeadura direta (SD). Cada sistema de preparo foi avaliado em condições de rotação (rc) com as culturas de milho, soja e trigo; e de sucessão (sc) com as culturas de soja e trigo. Além, do tratamento de preparo convencional sem culturas (SC). A fauna foi amostrada em fevereiro, abril, junho, outubro e dezembro de 2001, usando seis armadilhas, distribuídas aleatoriamente em cada tratamento. A abundância e diversidade da fauna edáfica foram sensíveis às operações de preparo e cultivo do solo. A diversidade da fauna edáfica foi significativamente maior nos tratamentos SD_{sc} e CM_{sc}, e menor no tratamento SC. Os grupos Collembola, Acarina e Hymenoptera juntos, representaram mais de 90% da ocorrência total de organismos em todos os sistemas estudados. A Análise de Agrupamento baseada na similaridade da fauna revelou um primeiro agrupamento entre PC_{cr}, CM_{cr} e SD_{cr}. Um segundo

agrupamento consistiu em PC_{sc} e SC. E, finalmente, CM_{sc} e SD_{sc} ficaram isolados dos demais sistemas estudados.

PALAVRAS-CHAVE: diversidade, semeadura direta, preparo convencional, análise de Cluster.

SUMMARY

This study aimed to evaluate the impact of different soil tillage and crop management systems on the edaphic fauna abundance and diversity. The work was carried out in Lages, Santa Catarina State, on a Haplumbrept soil type, from February to December of 2001. The following soil preparation systems were assessed: conventional tillage (CT); minimum cultivation (MC); and no-tillage (NT). Each soil preparation system was evaluated under crop rotation (cr/with corn, soybean, and wheat) and crop succession (cs/with soybean and wheat). An additional treatment of conventional tillage with no crop was also tested (NC). Fauna was sampled in February, April, June, October, and December of 2001, using six pitfall traps distributed randomly on each treatment plot. Abundance and diversity of the soil fauna were sensitive to both soil tillage and crop systems. NT_{cs} and MC_{cs} treatments showed the highest soil fauna

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

²Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência do Solo, Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ-USP). Av. Pádua Dias, 11, C.P. 9, CEP: 13418-900. Piracicaba, SP. E-mail(s): baretta@esalq.usp.br, cmaluche@esalq.usp.br.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC). Av. Luiz de Camões, 2090, CEP: 88.520-000. Lages, SC. E-mail(s): a2jcps@cav.udesc.br, a2ib@cav.udesc.br.

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência do Solo, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC). E-mail: mauriciovicente@gmail.com.

⁵Engenheiro Agrônomo, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

diversity while the treatment NC showed the smallest one. Collembola, Acarina and Hymenoptera accounted for more than 90% of total organisms occurrence in all the evaluated systems. Cluster analysis based on fauna similarity revealed a first cluster made of CT_{cr} , MC_{cr} and NT_{cr} . A second cluster consisted of CT_{cs} and SC . Finally both MC_{cs} and NT_{cs} were isolated from the other studied systems.

KEY WORDS: diversity, no-tillage, conventional tillage, Cluster Analysis.

INTRODUÇÃO

O solo é um ambiente ainda “pouco” conhecido em nosso planeta que abriga grande diversidade de organismos, capazes de modificar suas características químicas, físicas e biológicas (GILLER et al., 1997). Estes organismos desempenham inúmeras outras funções no solo, tais como ciclagem de nutrientes (DECAËNS et al., 2003), fragmentação de resíduos vegetais e regulação da taxa de decomposição da matéria orgânica (SCHEU e WALTERS, 1991), melhoria das propriedades físicas (ASSAD, 1997) e manutenção do equilíbrio biológico do solo (SANGINGA et al., 1992). Desse modo, a fauna edáfica é parte ativa e sensível às interferências no ambiente agrícola, ocasionadas pelo manejo do solo e das culturas (BARETTA et al., 2003).

Os sistemas de preparo e cultivo do solo podem modificar a densidade e diversidade dos grupos mais frequentes de organismos edáficos (BARETTA et al., 2003; SILVA et al., 2006). Isto ocorre principalmente como resultado do revolvimento do solo, espécie e idade das plantas (qualidade do alimento), sucessão de culturas empregadas, cobertura do solo, aplicação de agroquímicos, condições edafoclimáticas, como oscilações de temperatura, e tipo de relações ecológicas existentes (HU et al., 1997).

O maior revolvimento do solo no sistema de preparo convencional pode reduzir a atividade e a diversidade da fauna edáfica (FILSER et al., 1995; ALVES et al., 2006). Em contrapartida, o sistema de semeadura direta, com mínima mobilização do solo e a permanência de restos culturais sobre a superfície pode resultar em maior diversidade de organismos,

principalmente nos primeiros 5 cm (WINTER et al., 1990; ALVES et al., 2006).

A relação entre a diversidade de animais e os processos que ocorrem no solo permite identificar grupos funcionais da fauna edáfica mais sensíveis ao sistema de manejo (HU et al., 1997; BARETTA et al., 2003; SILVA et al., 2006), podendo incluí-los como indicadores para uma avaliação da qualidade do solo (PAOLETTI e BRESSAN, 1996; BARETTA et al., 2003). Portanto, o monitoramento da diversidade dos grupos da fauna edáfica permite compreender a funcionalidade destes organismos, e a complexidade ecológica destas comunidades (MOÇO et al., 2005).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar o impacto dos sistemas de preparo e cultivo do solo com relação à abundância e diversidade da fauna edáfica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o ano 2001, no município de Lages, SC (27° 49' latitude Sul e 50° 20' longitude Oeste), na região do Planalto Sul Catarinense, com altitude média de 937 m. O relevo é suave ondulado, com declividade média de 0,102 m m⁻¹. O solo é um Cambissolo Húmico aluminico léptico, argiloso, horizonte A moderado com substrato composto de siltitos e argilitos, com propriedades físicas e químicas apresentadas na Tabela 1. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico úmido, com verões frescos (Cfb). A precipitação pluviométrica média anual é de 1.408 mm, bem distribuída ao longo do ano (Figura 1), e a temperatura média mínima e máxima anual variando de 3,8 a 15,6 °C, respectivamente (EMBRAPA, 2004). Normalmente, podem ocorrer de 20 a 29 geadas por ano, com 642 a 847 horas de frio abaixo ou iguais a 7,2 °C.

Inicialmente, a área do experimento era coberta com gramíneas nativas, sendo posteriormente corrigida com 12 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico incorporado com duas arações a 20 cm de profundidade e duas gradagens a 15 cm de profundidade, sendo explorada com pastagem cultivada por quatro anos. Em seguida, foram instalados quatro tratamentos de preparo do solo, distribuídos ao acaso, os quais, entre outubro

Tabela 1 - Propriedades físicas e químicas do Cambissolo Húmico aluminico léptico, referentes ao perfil no local do experimento (BERTOL et al., 2002).

	Horizonte					
	Ap	A2	B/A	B	B/C	C
	0-20	20-34	34-53	53-75/82	75/82-105	105 +
	Profundidade (cm)					
	Propriedades físicas					
Argila (g 100 g ⁻¹)	40	40	42	46	52	32
Silte (g 100 g ⁻¹)	42	40	41	40	35	65
A. fina (g 100 g ⁻¹)	11	10	10	9	8	2
A. Grossa (g 100 g ⁻¹)	7	10	7	5	5	1
Dp (g cm ⁻³)	2,54	2,56	2,61	2,61	2,70	2,38
Ds (g cm ⁻³)	1,30	1,35	1,33	1,28	1,27	1,19
Mi (cm ³ cm ⁻³)	0,38	0,42	0,40	0,42	0,48	-
Ma (cm ³ cm ⁻³)	0,09	0,06	0,06	0,04	0,03	-
TCI (mm h ⁻¹)	6	-	-	-	-	-
	Propriedades químicas					
CO (g kg ⁻¹)	39,6	31,8	21,5	11,6	10,0	5,4
N mineral (mg kg ⁻¹)	5,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
K (mg kg ⁻¹)	96	80	49	61	42	57
P (mg kg ⁻¹)	2,6	3,1	0,6	0,4	0,7	0,3
Ca (cmol _c kg ⁻¹)	2,63	3,05	0,68	0,45	0,72	0,29
Mg (cmol _c kg ⁻¹)	2,17	2,33	0,78	0,68	0,70	0,31
Al (cmol _c kg ⁻¹)	2,27	3,47	5,89	6,52	3,96	4,68
pH H ₂ O (1:1)	5,7	5,2	4,9	4,5	4,1	4,0

* TCI: Taxa Constante de Infiltração de água.

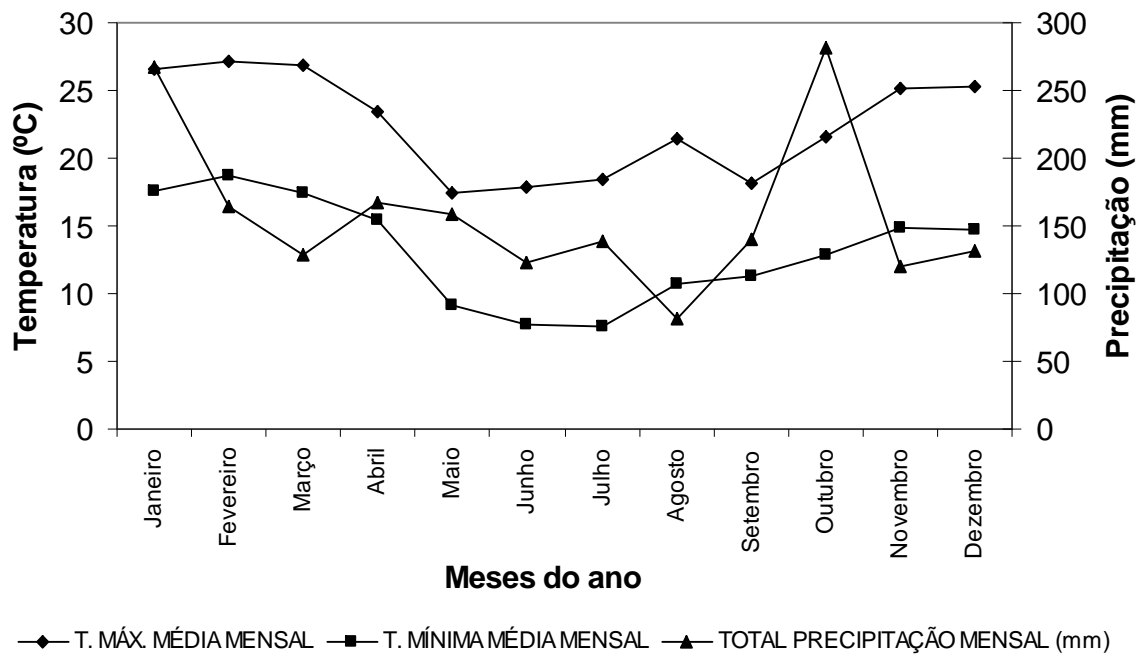


Figura 1- Temperatura média mensal máxima, mínima e total da precipitação mensal, registradas na localidade do experimento no período de janeiro a dezembro de 2001.

1988 e novembro 1991, foram cultivados com milho/trigo/milho/pousio. Em outubro de 1992, a área foi novamente preparada para a reinstalação do experimento, tendo sido feita nova calagem com 3,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, incorporado com uma aração e duas gradagens. A partir daí, a área vem sendo cultivada com rotação e sucessão de culturas, conforme descrito por Bertol et al. (2002).

Os tratamentos envolvem diferentes sistemas de preparo do solo, incluindo preparo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e semeadura direta (SD), combinados com sistemas de cultivo em rotação (rc) e sucessão de culturas (sc). Como tratamento testemunha foi utilizado solo sob preparo convencional, mantido permanentemente livre de vegetação e de crosta superficial (SC). O PC foi realizado com uma aração e duas gradagens, e no CM foram efetuadas uma escarificação e uma gradagem. A sucessão de culturas empregada foi trigo (*Triticum aestivum* L.) no outono e soja (*Glycine max* L.) na primavera. A rotação de culturas foi soja, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) no verão, e aveia preta (*Avena sativa* L.), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), trigo e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) no inverno. O manejo das culturas na área experimental foi realizado conforme descrito em Bertol et al. (2002). As parcelas têm 22,1 m de comprimento x 3,5 m de largura, sendo delimitadas por chapas galvanizadas de 0,20 m de largura cravadas no solo a uma profundidade de 10 cm.

Para maior confiabilidade dos resultados a determinação da fauna edáfica foi realizada por meio de seis coletas, cada uma delas nos primeiros dez dias dos meses de fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e dezembro de 2001. Entretanto, neste trabalho, o efeito de época de coleta foi desconsiderado, sendo a média das épocas empregada na análise estatística dos dados. Na captura dos organismos, utilizaram-se armadilhas do tipo “trampas de Tretzel” (BACHELIER, 1963), constituídas por recipientes cilíndricos de 8 cm de diâmetro, enterrados no solo com sua extremidade vazada nivelada com a superfície do solo, mantidos por três dias no campo, com 200 mL de solução de formol, na concentração de 2% (PEKÁR, 2002). As armadilhas foram distribuídas aleatoriamente na

primeira coleta, e mantidas no mesmo local para as coletas seguintes, num total de seis armadilhas para cada parcela. Após a retirada das armadilhas, as amostras foram passadas em peneiras com malhas de 0,20, 0,15 e 0,10 mm, para separar o solo e os fragmentos vegetais. Os indivíduos extraídos nas armadilhas foram conservados em álcool etílico e identificados quanto à classe ou ordem com auxílio de microscópio estereoscópico, com aumento de 40 vezes.

A diversidade da fauna edáfica foi expressa pelo índice de diversidade de Shannon (H), [$H = -\sum (\pi \log \pi)$, onde: $\pi = ni/N$; ni = densidade de cada grupo, N = número total de grupos] e pelo índice de dominância de Simpson (Is), [$Is = 1 - L$, sendo $L = \sum ni (n-1)/N (N-1)$, onde ni = número indivíduos do grupo “i” e N = somatório da densidade de todos os grupos] (ODUM, 1983). Os grupos de organismos com maior frequência (Collembola, Acarina, Hymenoptera, Aranae, Coleoptera, Isopoda, Orthoptera e Oligochaeta) foram separados individualmente. Os demais organismos que apresentaram menor frequência relativa (Homoptera, Blattodea, Griloblatodea, Chilopoda, Lepidoptera, Dermaptera, Diplura, Protura e Hemiptera), foram agrupados como “outros”. Os índices de diversidade foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste LSD (P<0,05) (SAS INSTITUTE, 1990). Também se realizou a análise multivariada de agrupamento (Cluster Analysis) por ligação completa (vizinho mais distante) (JONGMAN, 1995). Neste caso, foi tomada a “Distância Euclidiana” entre a abundância de cada um dos principais grupos da fauna edáfica (organismos de cada grupo capturado/armadilha⁻¹) como medida de similaridade para as seis épocas de coleta, por meio do programa STATISTICA 6.0 (STATSOFT INC., 2001). A abundância dos principais grupos da fauna edáfica foi transformada para frequência relativa, representando-se a contribuição de cada grupo animal dentro dos diferentes tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversidade da fauna edáfica

A diversidade da fauna edáfica diferiu (P<0,05)

entre os tratamentos de manejo do solo. Nos sistemas de semeadura direta (SD) e cultivo mínimo (CM) com sucessão de culturas (sc) a diversidade de organismos foi maior, evidenciada pelos índices de diversidade de H (Shannon) e Is (Simpson) (Figura 2). Este resultado se deve, provavelmente, à maior disponibilidade de alimento (KLADIVKO, 2001; ROVEDDER et al., 2004; SILVA et al., 2006), à menor amplitude térmica e à maior umidade do solo nos sistemas conservacionistas de manejo (BRAGAGNOLO e MIELNICZUK, 1990; TIAN et al., 1993), não alterando o ciclo das larvas edáficas, especialmente de coleópteros (Coleoptera) e estimulando a diversidade das comunidades da fauna do solo (SYMONDSON et al., 1996). Além disso, a diversidade da fauna edáfica depende de muitos fatores, como densidade de plantas, culturas envolvidas, adaptabilidade do predador à cultura, disponibilidade de outras formas de alimento e teor de matéria orgânica do solo (KLADIVKO, 2001; SILVA et al., 2006). Contudo, a expressiva diversidade da fauna edáfica nos tratamentos SD_{sc} e

CM_{sc} indica condições mais favoráveis nestes dois sistemas de cultivo para a sobrevivência dos organismos edáficos.

Robertson et al. (1994) encontraram em solos com ausência de aração na Austrália, maiores densidades de grupos da macrofauna do solo, sendo que todos os grupos saprófagos foram influenciados negativamente pela aração. Tal comportamento pode estar relacionado com a capacidade de adaptação e de aproveitamento do substrato pelos organismos. Outro aspecto importante em termos de diversidade da fauna edáfica, decorrente do menor revolvimento do solo e maior diversificação das culturas é o estímulo à presença de inimigos naturais, principalmente predadores (ROBERTSON et al., 1994; SILVA et al., 2006). Estudos conduzidos por Alves et al. (2006), num Latossolo Vermelho distroférico do estado de São Paulo, indicaram que a ausência de preparo e a abundância de cobertura no sistema de plantio direto, com maior tempo de implantação proporciona maior diversidade da fauna edáfica.

O tratamento de preparo convencional sem

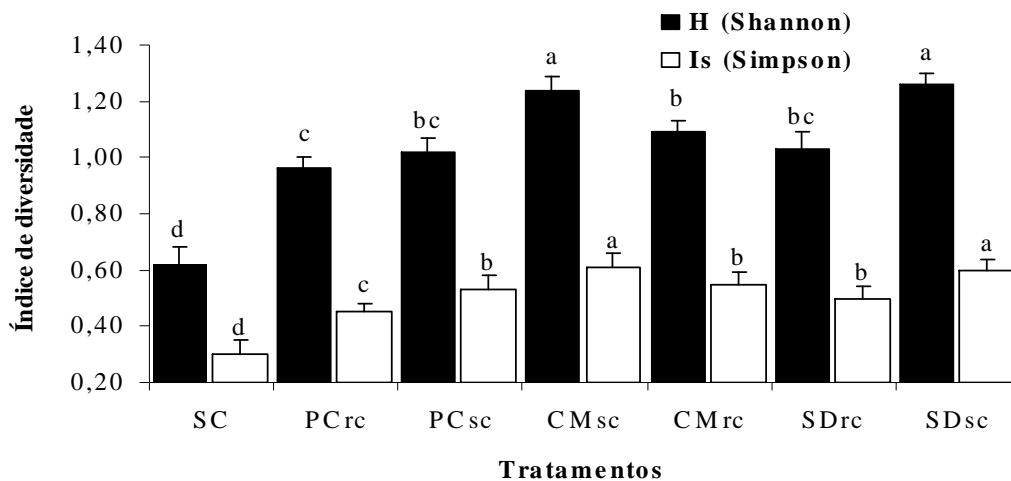


Figura 2- Índices de diversidade de Shannon (H) e de dominância de Simpson (Is) referentes aos organismos da fauna edáfica, em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo na região de Lages, SC, 2001. Média de 36 repetições em seis épocas de coleta. () Desvio padrão. Tratamentos seguidos da mesma letra, em cada variável avaliada, não diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$). SC = solo sem cultivo; PC = preparo convencional; CM = cultivo mínimo; SD = semeadura direta; _{sc} = sucessão de culturas; _{rc} = rotação de cultura.

culturas, mantido livre de vegetação (SC) apresentou a menor diversidade de grupos taxonômicos da fauna. A redução da diversidade da fauna edáfica pode, no preparo convencional (Figura 2), estar associada com o aumento na taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, mudanças microclimáticas do habitat (BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990; TIAN et al., 1993) e redução da umidade do solo (FILSER et al., 1995; ALVES et al., 2006). Salienta-se que estas medidas de diversidade da fauna do solo permitem uma primeira inferência sobre o grau de complexidade e das interações ecológicas existentes entre as comunidades edáficas (STORK; EGGLETON, 1992). No presente estudo, esta complexidade ecológica está representada pelos valores dos índices H e Is, sendo, por exemplo, o efeito negativo dos tratamentos representado pela redução do valor de H. Todavia, os valores de H e Is apresentaram praticamente à mesma tendência, quando na comparação entre os tratamentos de manejo estudados. Maiores informações sobre a utilização e o comportamento ecológico dos índices de diversidade podem ser obtidas em Odum (1983) e Margurran (1988).

Qualquer que seja o tipo de abordagem ecológica utilizada quando se deseja avaliar o efeito de diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo sobre a composição de organismos ao nível de grandes grupos taxonômicos devem ser consideradas as limitações de caráter metodológico. Assim uma vez que, um método de amostragem pode ser mais eficiente do que outro, para extração de um ou mais grupos funcionais da meso e/ou macrofauna do solo (BARETTA et al., 2003). Contudo, a abordagem ao nível de grupos taxonômicos não necessita de um conhecimento profundo de taxonomia, e pode indicar os grupos funcionais mais sensíveis às operações de preparo e cultivo do solo, bem como o seu potencial de uso como indicadores biológicos do manejo sustentável do solo.

Frequência relativa dos principais grupos da fauna edáfica

A frequência relativa (FR) dos principais grupos da fauna edáfica foi diferenciada nos diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo (Figura 3). Os colêmbolos (Collembola) representaram mais de

35% da ocorrência total, em todos os tratamentos estudados. Entretanto, os tratamentos SC e PC_{rc} foram os que mais favoreceram as populações de colêmbolos, representando, em ambos os tratamentos, mais de 75% da ocorrência total. Esse comportamento de maior FR de colêmbolos nos sistemas de plantio convencional em relação aos sistemas de plantio direto também foi relatado por Loring et al. (1981) e Alves et al. (2006).

As populações de ácaros (Acarina) foram mais expressivas no tratamento de plantio direto, com rotação de culturas (PD_{sc}), em relação aos demais sistemas estudados, representando mais de 40% da ocorrência total. Alves et al. (2006), indicaram que o sistema de plantio convencional apresenta menor frequência relativa de ácaros edáficos em relação ao plantio direto.

Os grupos taxonômicos Acarina, Collembola e Hymenoptera juntos, representam mais de 90% da ocorrência total da fauna edáfica em todos os manejos estudados (Figura 3). Estudos envolvendo ácaros (Acarina), colêmbolos (Collembola) e formigas (Hymenoptera) em diferentes agroecossistemas, têm demonstrado grande potencial destes organismos edáficos como bioindicadores de perturbações ambientais (WINTER et al., 1990; ANDERSEN et al., 2002; BARETTA et al., 2003); sendo as formigas mais frequentes, especialmente durante o processo de recuperação de áreas degradadas (ANDERSEN et al., 2002). Infelizmente a falta de publicações utilizando as armadilhas para extração da fauna edáfica dificultou a comparação dos resultados desta pesquisa.

Os grupos taxonômicos da fauna do solo com menores valores de FR foram: Aranae, Coleoptera, Diptera (classificado como não edáfico) e Oligochaeta (não presente no tratamento SC), representando esses cinco grupos juntos, menos de 25% da ocorrência total nos sete tratamentos estudados (Figura 3). Contudo, a influência do preparo e do cultivo do solo sobre a frequência da fauna pode ser direta, pelo dano mecânico das operações de preparo do solo, sendo as minhocas, por exemplo, mais sensíveis ao maior revolvimento da camada arável (BROWN et al., 2003); ou ainda, indireta, pelo aumento da densidade (compactação) e a ausência da cobertura do solo, influenciando a atividade e a disponibilidade de

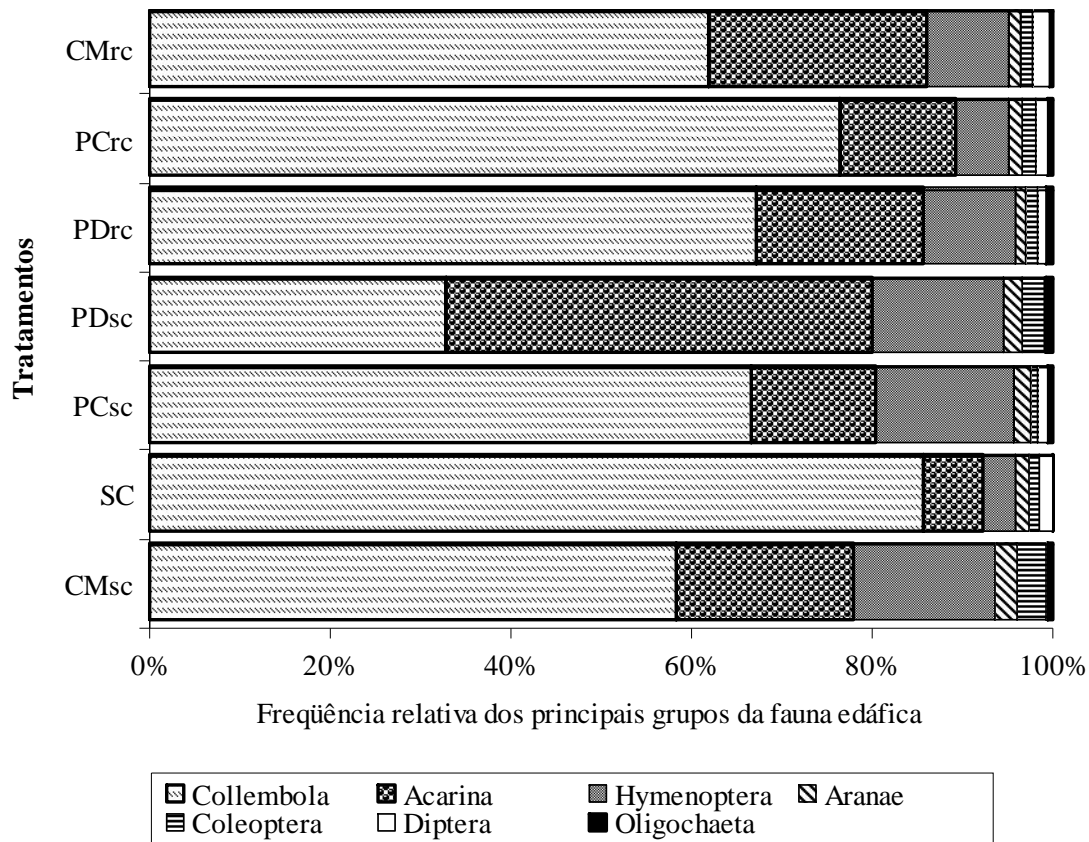


Figura 3 - Frequência relativa das principais ordens da fauna edáfica capturadas nos diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo na região de Lages, SC, 2001. Média de 36 repetições em seis épocas de coleta. SC = solo sem cultivo; PC = preparo convencional; CM = cultivo mínimo; SD = semeadura direta; _{sc} = sucessão de culturas; _{rc} = rotação de cultura.

alimentos para a fauna edáfica (BARETTA et al., 2003; ALVES et al., 2006).

Análise de agrupamento da fauna edáfica

Nas Figuras 4A e 4B podem ser visualizados os dendrogramas obtidos pela análise de agrupamento, onde os números nos eixos verticais representam a “Distância Euclidiana” reescalada de 0 a 120 e no eixo horizontal os sistemas de manejo do solo estudados (Figura 4B), e a abundância dos principais grupos taxonômicos da fauna edáfica (organismos capturados/armadilha⁻¹) que geraram os agrupamentos (Figura 4A) (JONGMAN, 1995).

A análise de agrupamento baseada na abundância de grupos da fauna edáfica evidenciou grande similaridade entre os sistemas de plantio convencional (PC_{rc}), cultivo mínimo (CM_{rc}) e semeadura direta (SD_{rc}), com rotação de culturas, os quais formaram um

primeiro agrupamento, separado dos demais sistemas de manejo do solo (Figura 4B). Um segundo agrupamento foi formado entre o sistema de plantio convencional (PC_{sc}), com sucessão de culturas e o preparo convencional sem culturas (livre de vegetação) (SC). Finalmente, a análise de agrupamento isolou o sistema de cultivo mínimo (CM_{sc}) e a semeadura direta (SD_{sc}), ambos com sucessão de culturas, em relação aos demais sistemas de manejo estudados. Esse comportamento confirma a maior diversidade de organismos encontrada pela análise univariada nos tratamentos CM_{sc}, SD_{sc} (Figura 2) e reforça a teoria de que o cultivo mínimo e a semeadura direta, com sucessão de culturas, foram diferenciados em termos de ambiente para os principais grupos da fauna edáfica, sendo essa diferença atribuída ao menor revolvimento do solo, com a permanência de restos culturais sobre a sua superfície (BERTOL et al., 2002) e pela maior

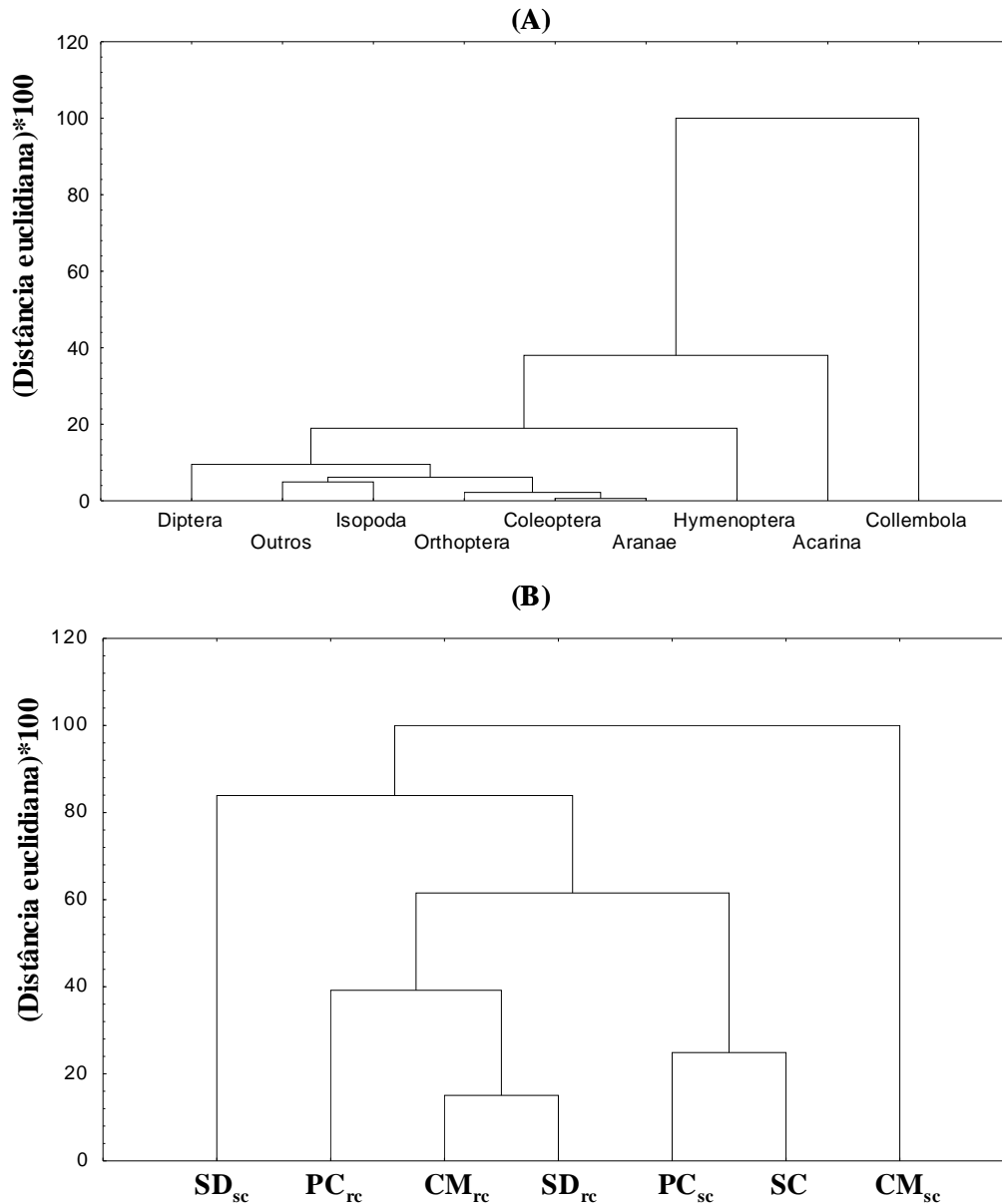


Figura 4 - Dendrograma apresentando a distância de ligação referente aos organismos da fauna edáfica (A), em diferentes tratamentos de preparo e cultivo do solo (B) na região de Lages, SC, 2001. Média de 36 repetições em seis épocas de coleta. SC = solo sem cultivo; PC = preparo convencional; CM = cultivo mínimo; SD = semeadura direta; _{sc} = sucessão de culturas; _{rc} = rotação de cultura.

disponibilidade de outras formas de alimento e teor de matéria orgânica do solo (SILVA et al., 2006). Filser et al. (1995), também encontraram no sistema de preparo convencional com maior revolvimento do solo e no tratamento sem cobertura (Figura 2), menor atividade e diversidade da fauna edáfica, principalmente nos primeiros 5 cm de profundidade no solo.

A análise de agrupamento para os principais grupos da fauna edáfica (Figura 4A) mostrou grande

similaridade entre os grupos que apresentaram menor frequência relativa (Coleoptera, Aranae, Orthoptera, Isopoda, Outros e Díptera), os quais se isolaram dos grupos Hymenoptera, Acarina e Collembola, respectivamente. Estudos da fauna edáfica envolvendo diferentes sistemas de uso e manejo do solo, realizados na região Sul do Brasil, também demonstraram que os grupos Collembola e Acarina se isolaram dos demais grupos da fauna do solo (BARETTA et al. 2003; ROVEDDER et al., 2004). Entretanto, os

estudos no Brasil envolvendo o efeito de sistemas de preparo e cultivo do solo sobre as modificações na fauna edáfica ainda são incipientes, em razão da falta de especialistas em ecologia do solo e taxonomia.

No presente estudo, os resultados obtidos pela análise de agrupamento, permitiram estabelecer diferenças entre os sistemas de manejo do solo, com base na abundância e diversidade dos grupos de organismos e reforçam a importância desta análise para os estudos ecológicos, especialmente os que visam discriminar sistemas de preparo e cultivo do solo, e entender melhor a dinâmica dos principais grupos da fauna edáfica.

CONCLUSÕES

A mínima mobilização do solo e a permanência dos restos culturais sobre a superfície nos sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo, com sucessão de culturas, proporcionaram maior diversidade da fauna, em comparação aos demais sistemas de preparo e cultivo estudados. A menor diversidade da fauna edáfica foi encontrada no preparo convencional sem culturas (livre de vegetação).

Com exceção do tratamento de semeadura direta, com sucessão de culturas, todos os demais sistemas de preparo e cultivo do solo, apresentaram maiores frequências relativas dos grupos Collembola, Acarina e Hymenoptera, respectivamente. Estes três grupos juntos representaram mais de 90% da ocorrência total da fauna edáfica em todos os sistemas de manejo estudados.

A análise de agrupamento destacou as relações entre os sistemas de manejo do solo e a ocorrência da fauna edáfica, revelando-se como uma ferramenta estatística importante na interpretação de dados ecológicos da fauna.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES/UFPA e CNPq pelas bolsas e auxílio financeiro. Aos Professores do CAV, Álvaro Luiz Mafra e Cassandro V.T. do Amarante, pelas contribuições no manuscrito. Também ao Dr. Matthieu Chauvat e Pierre Margerie da Universidade de Rouen (França), pelas sugestões no manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p.33-43, 2006.
- ANDERSEN, A.; BENJAMIN, D.H.; MÜLLER, W. et al. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**, v.39, p.8-17, 2002.
- ASSAD, M.L.L. Fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.363-443.
- BACHELIER, G. **La vie animale dans les sols**. Paris: Orstom, 1963. 279p.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, Á.L. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, Lages, v.2, n.2, p.97-106, 2003.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia em rotação com outras culturas em três sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.545-552, 2002.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.14, p.91-98, 1990.
- BROWN, G.G. et al. No-tillage greatly increases earthworm populations in Paraná state, Brasil. **Pedobiologia**, v.47, p.764-771, 2003.
- DECAËNS, T. et al. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colômbia. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R.J. (Ed.). **El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia**. Cali : Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2003. p.21-45. Publicación CIAT, n.336.
- EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 726p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.46.

- FILSER, J. et al. Effects of previous intensive agricultural management on microorganisms and the biodiversity of soil fauna. **Plant and Soil**, v.170, p.123-129, 1995.
- GILLER, K.E.; BEARE, M.H; LAVELLE, P. et al. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, v.6, p.3-16, 1997.
- HU, F.; LI, H.X.; WU, S.M. Differentiation of soil fauna populations in conventional tillage and no-tillage red soil ecosystems. **Pedosphere**, v.7, p.339-348, 1997.
- JONGMAN, R.H.G. **Data analysis in community and landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 299p.
- KLADIVKO, E.J. Tillage systems and soil ecology. **Soil and Tillage Research**, v.61, p.61-76, 2001.
- LORING, S.J.; SNIDER, R.J.; ROBERTSON, L.S. The effects of three tillage practices on Collembola and Acarina populations. **Pedobiologia**, v.22, p.172-184, 1981.
- MAGURRAN, E.E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 177p.
- MOÇO, M.K.da et al. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.555-564, 2005.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 434p.
- PAOLETTI, M.G.; BRESSAN, M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. **Critical Review in Plant Sciences**, v.15, p.21-62, 1996.
- PEKÁR, S. Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. **Pedobiologia**, v.46, p.539-547, 2002.
- ROBERTSON, L.N.; KETTLE, B.A.; SIMPSON, G.B. The influence of tillage practices on soil macrofauna in a semi-arid agroecosystem in northeastern Australia. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.48, p.149-156, 1994.
- ROVEDDER, A.P. et al. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudeste do Rio Grande de Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages**, v.3, n.2, p.87-96, 2004.
- SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; SWIFT, M.J. Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.41, p.135-152, 1992.
- SAS. INSTITUTE SAS. User`s guide: estatistics. 6.ed. Cary, 1990.
- SCHEU, S.; WALTERS, V. Buffering of the effect of acid rain on decomposition of carbon-14-labeled beech leaf litter by saprophagus invertebrates. **Biology and Fertility of Soils**, v.11, p.285-289, 1991.
- SILVA, R.F. et al. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.697-704, 2006.
- STATSOFT INC. **Statistica (data analysis software system), version 6**. Tulsa, 2001.
- STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.7, p.38-47, 1992.
- SYMONDSON, O.C. et al. Effects of cultivation techniques and methods of straw disposal on predation by *Mterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabeide) upon slugs (Gastropoda: Pulmonata) in an arable field. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, p. 741-753, 1996.
- TIAN, G.; BRUSSAARD, L.; KANG, B.T. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: effects on soil fauna. **Soil Biology and Biochemistry**, v.25, p.731-737, 1993.
- WINTER, J.P.; VORONEY, R.P.; AINSWORTH, D.A. Soil microarthropods in long-term no-tillage and conventional tillage corn production. **Canadian Journal of Soil Science**, v.70, p.641-653, 1990.