

Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de centeio e aveia preta, em sistema plantio direto

Luciano Colpo Gatiboni ^{1*}
Jefferson Luís Meirelles Coimbra²
Leandro do Prado Wildner³
Rosiane Berenice Nicoloso Denardin⁴

¹Departamento de Solos e Recursos Naturais, Universidade do Estado de Santa Catarina
Av. Luis de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages – SC, Brasil

²Departamento de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina

³Empresa Catarinense de Pesquisa Agrícola e Extensão Rural – Epagri

⁴Universidade Comunitária Regional de Chapecó – UNOCHAPECÓ

*Autor para correspondência
gatiboni@cav.udesc.br

Submetido em 24/07/2008
Aceito para publicação em 17/02/2009

Resumo

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de monitorar as modificações na comunidade da fauna edáfica durante a decomposição de resíduos de aveia preta e centeio, submetidos ou não a adubação nitrogenada em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido no município de Chapecó, SC, no período de primavera-verão de 2005/2006. Os tratamentos testados foram: 1) Palhada de aveia preta (*Avena strigosa* Scrheb.); 2) Palhada de aveia preta cultivada com adição de 50kg ha⁻¹ de nitrogênio; 3) Palhada de centeio (*Secale cereale* L.); 4) Palhada de centeio cultivado com adição de 50kg ha⁻¹ de nitrogênio; 5) Solo descoberto mantido permanentemente sem plantas vegetando ou palhada na superfície. As plantas de cobertura foram cultivadas até seu pleno florescimento, quando foram manejadas com rolo-faca. Durante o processo de decomposição da palhada (de 23/09/2005 a 03/02/2006) foram realizadas dez coletas da fauna do solo com armadilhas do tipo pitt-fall, aos 6 dias antes da rolagem e aos 4, 18, 32, 46, 67, 83, 98, 112 e 127 dias após a rolagem. Verificou-se que as ordens da fauna edáfica estudadas têm sensibilidade à quantidade de palhada remanescente sobre o solo, e que a redução da disponibilidade desta provoca a diminuição da diversidade desses organismos, principalmente pelo aumento relativo da ordem Collembola.

Unitermos: plantas de cobertura, resíduos culturais, semeadura direta, biologia do solo

Abstract

Modifications in the edaphic fauna during the decomposition of black oat and ray straw in a no-tillage system. The present study was carried out with the aim of monitoring the edaphic fauna modifications during the decomposition of cover crops straw. The experiment was carried out in the 2005/2006 spring-summer

season in Chapecó/SC, Brazil. The treatments were: 1) Straw of black oat (*Avena strigosa* Scrieb.); 2) Straw of black oat cultivated with addition of 50kg ha⁻¹ of nitrogen; 3) Straw of rye (*Secale cereale* L.); 4) Straw of rye cultivated with addition of 50kg ha⁻¹ of nitrogen; 5) Uncovered soil. The cover crops were cultivated until flowering, when they were handled with a roll-knife. Ten evaluations of the edaphic fauna were made during the straw decomposition process (from 23/09/2005 to 03/02/2006) using pitfall traps. The first sampling was taken six days before the handling of cover crops, and the others were taken at 4, 18, 32, 46, 67, 83, 98, 112 and 127 days after handling. The results showed that the evaluated edaphic fauna groups were sensitive to the remaining amount of straw covering the soil under no tillage, and that the straw decomposition induced a decrease in fauna diversity because of the relative increase of the Collembola group.

Key words: cover crops, mulch, straw, no-tillage, soil biology

Introdução

O sistema plantio direto vem sendo muito difundido no Brasil nas últimas décadas, sendo na atualidade o principal sistema de manejo em culturas de grãos na região Sul do país. Sua ampla adoção se dá principalmente pela redução das perdas de solo por erosão e melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (Bolliger et al., 2006). Esse sistema tem como premissa básica a manutenção da cobertura do solo por resíduos vegetais na superfície, protegendo o solo dos efeitos erosivos da chuva, e possibilitando a gradativa construção da qualidade do solo pelo aumento da matéria orgânica do solo e da atividade biológica. Assim, o sucesso do sistema plantio direto depende do tempo de permanência da cobertura sobre a superfície do solo, que por sua vez depende da quantidade e qualidade do resíduo adicionado e dos organismos decompositores.

A taxa de decomposição dos resíduos vegetais é dependente da sua composição, principalmente do valor da relação carbono/nitrogênio (C/N) dos tecidos e a composição bioquímica. Plantas com alta relação C/N, como as gramíneas, têm sua decomposição mais lenta do que plantas com baixa relação C/N, como as leguminosas (Aita et al., 2004). Por outro lado, os organismos da fauna edáfica que habitam e decompõem a serrapilheira, dentre eles microrganismos como bactérias e fungos, oligochaetas (minhocas) e outros macroinvertebrados, também afetam a taxa de decomposição dos resíduos (Stinner e House, 1990; Lavelle et al., 1992). Seastedt (1984) revisou o efeito de artrópodes sobre a decomposição dos resíduos orgânicos e encontrou trabalhos que mostravam até 63% de redução

da taxa de decomposição quando estes organismos eram retirados do sistema. Hättenschwiler et al. (2005) afirmam que o efeito direto dos artrópodes sobre a mineralização do carbono é pequeno, em torno de 10%, mas seu efeito indireto é muito grande, pois a fragmentação do material orgânico e a predação de outros organismos da cadeia trófica afetam diretamente o processo de decomposição dos resíduos vegetais pela biomassa microbiana do solo. Assim, o solo e a serrapilheira são habitats naturais para uma grande quantidade de organismos de tamanho e metabolismo diferentes, não sendo estes apenas seus habitantes como também componentes do sistema, e responsáveis por várias funções como fragmentação do material orgânico, ciclagem de nutrientes, aeração, mobilização de nutrientes e controle da cadeia trófica (Lavelle et al., 1992).

A estrutura da comunidade da fauna edáfica e suas modificações temporais dependem de fatores ambientais e de manejo como clima, solo, tipo de vegetação, queimadas, aplicação de pesticidas, adição de resíduos orgânicos, preparo do solo, modificações na temperatura, umidade e aeração do solo, dentre outros (Correia, 2002). Por isso, devido à alta sensibilidade da fauna de solo diante das mudanças do sistema, esta pode ser utilizada como indicador para medir o impacto das práticas de manejo sobre o solo e também como um bioindicador de qualidade do solo (Rovedder et al., 2004). Hättenschwiler et al. (2005) mencionam que, embora a fauna edáfica tenha papel relevante no processo de decomposição dos resíduos orgânicos, poucos são os trabalhos estudando o seu comportamento durante o processo de decomposição dos resíduos, pois a diversidade da população é grande e o isolamento dos fatores é dificultado (Moço et al., 2005). Desta

maneira, a dinâmica populacional da fauna durante a decomposição dos resíduos é ainda um processo a ser estudado. Por esta razão foi realizado o presente estudo com o objetivo de avaliar as modificações populacionais da fauna edáfica durante o processo de decomposição de resíduos de culturas de aveia preta e centeio, cultivadas em sistema plantio direto, submetidos ou não à adubação nitrogenada.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no ano agrícola 2005/2006, na área experimental do Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) no município de Chapecó, Santa Catarina, em latitude 27°12'40" Sul, longitude 52°37'36" Oeste, com altitude de 668m acima do nível do mar. O clima da região é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), segundo classificação de Köppen, com verões quentes e invernos com geadas bastante freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distroférico típico sob sistema plantio direto consolidado, com nível de fertilidade considerado adequado segundo a CQFS-RS/SC (2004), e cultivado anualmente com plantas de cobertura de crescimento hibernal permanecendo, historicamente, em pousio durante os verões.

Foram testados cinco tratamentos: 1) Palhada de aveia preta cultivada sem adubação nitrogenada (AV); 2) Palhada de aveia preta cultivada com adubação nitrogenada de 50kg N ha⁻¹ (AV+N); 3) Palhada de centeio cultivado sem adubação nitrogenada (CE); 4) Palhada de centeio cultivado com adubação nitrogenada de 50kg N ha⁻¹ (CE+N); 5) Testemunha com solo mantido permanentemente sem plantas vegetando e sem palhada na superfície do solo (DES). A fauna edáfica foi avaliada em dez épocas durante o período de decomposição dos resíduos: aos 6 dias antes da rolagem das plantas de cobertura (23/09/05), aos 4 dias após a rolagem (DAR), ocorrente em 03/10/05, aos 18 DAR (17/10/05), 32 DAR (31/10/05), 46 DAR (14/11/05), 67 DAR (05/12/05), 83 DAR (21/12/05), 98 DAR (05/01/06), 112 DAR

(19/01/06) e aos 127 DAR (03/02/06). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, considerando como fatores experimentais os tratamentos e as épocas de coleta.

A implantação das culturas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e centeio (*Secale cereale* L.) foi realizada no dia 27/05/2005, sendo a adubação nitrogenada aplicada nos tratamentos específicos 45 dias após a semeadura. As plantas de cobertura foram cultivadas até o estágio do pleno florescimento, quando foram roladas com rolo-faca, em 29/09/2005. Aos 9 e 10 dias após a rolagem as parcelas do tratamento testemunha, com solo descoberto, foram capinadas manualmente e, a partir de então, o material vegetal sempre foi retirado das parcelas até o final do período experimental. Semanalmente a taxa de decomposição da palhada foi avaliada através da coleta da palha remanescente sobre o solo em quatro sub-amostras de 0,25m² por parcela, as quais foram secas em estufa a 65°C até massa constante (Tedesco et al., 1995). As coletas de palhada se estenderam até os 88 dias após a rolagem para os tratamentos com aveia e até os 102 dias para os tratamentos com centeio, pois após esse período não foi mais possível coletar a palhada nos tratamentos pela pouca quantidade de resíduos remanescentes. A quantidade de matéria seca remanescente sobre o solo foi convertida para kg ha⁻¹ e foi ajustado um modelo cinético de primeira ordem, $MS_t = MS_0 * \exp(-kt)$, conforme sugerido por Singh et al. (2007), onde "MS_t" é a quantidade de matéria seca, em kg ha⁻¹, remanescente no tempo t; "MS₀" é a quantidade de matéria seca inicial, em kg ha⁻¹, "t" é o tempo de decomposição em dias, e "k" é a constante de decaimento. O tempo requerido para a decomposição de 50% e 95% da matéria seca foi calculado pelas expressões $t_{50} = 0,693/k$ e $t_{95} = 3/k$.

As avaliações da fauna edáfica foram realizadas periodicamente durante o processo de decomposição dos resíduos culturais, num total dez coletas. Para tanto, utilizaram-se quatro armadilhas de solo (Pitfall) por tratamento, que consistiram em garrafas plásticas tipo PET de 2000 mL, onde, em seu terço superior foram abertos quatro orifícios retangulares de 5cm de largura e 3cm de altura. As armadilhas foram enterradas de modo que os orifícios ficassem no nível

do solo, e, no seu interior, foram adicionados 200mL de solução conservante (álcool 70% + glicerina 1%). As armadilhas permaneceram no campo por 48h e o material coletado foi lavado sobre peneira de 0,25mm de abertura de malha. Os organismos retidos na peneira foram identificados com auxílio de lupa com aumento de 40x (Buzzi, 2002). Os organismos de ordens com frequência menor que 1% foram agrupadas na classe “outros”, sendo calculado o Índice de diversidade de Shannon (H) da comunidade da fauna edáfica, usando o software BioDap®.

A análise de variância multivariada foi realizada considerando como fatores experimentais os tratamentos, em cinco níveis, e as épocas de coleta, em dez níveis. A equação do modelo estatístico, com os termos escalares substituídos por vetores, onde cada um dos termos é um vetor de dimensão “v”, cujos elementos são identificados pelo mesmo símbolo do fator com acréscimo de um “j” subscrito para identificar a correspondente variável resposta onde: $y_{abd} = m + a_a + b_{b(a)} + d_d + da_{da} + db_{db(a)}$. Neste, os fatores experimentais são i) tratamento (A) e ii) coleta (D) e m é a média geral esperada; a_a é o efeito de tratamento; $b_{b(a)}$ é o efeito de bloco dentro de tratamento – Erro A; d_d é o efeito da coleta; e da_{da} é o efeito da interação DxA; $db_{db(a)}$ é o efeito da interação Dx B dentro de A – Erro B. Os erros próprios para inferências referentes a efeitos dos fatores experimentais são: $B_{b(a)}$ – Erro A, para inferências referentes a tratamento (A) e $db_{db(a)}$ – Erro B, para inferências referentes a coleta (D) e interação DxA. Para realização da análise de variância multivariada (MANOVA) e posterior análise dos contrastes especificados, foram avaliados dez grupos da fauna edáfica com variáveis respostas: i) Collembola; ii) Acarina; iii) Ortoptera; iv) Hemiptera; v) Araneae; vi) Coleoptera; vii) Hymenoptera; viii) Diptera; ix) Larvas; e x) Outros.

Os contrastes entre os vetores médios na situação multivariada podem ser definidos como $\delta = c_1\mu_1 + c_2\mu_2 + \dots + c_k\mu_k$, avaliados da seguinte forma: $H_0: c = 0$; $H_A: c \neq 0$, onde c é uma combinação linear dos vetores de médias $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$; ou $c = c_1\mu_1 + c_2\mu_2 + \dots + c_t\mu_t$ e c_1, c_2, \dots, c_t são escalares constantes tais que: $c_1 + c_2 + \dots + c_t = 0$. Um estimador não viesado de δ é dado pelo correspondente vetor médio da amostra: ‘ $\hat{\delta} = c_1y_1 + c_2y_2 + \dots + c_ky_k$ ’ (Rencher, 2002; Coimbra et al., 2007). Todos os dados foram analisados por meio do procedimento *GLM*

opção *MANOVA* do sistema estatístico SAS® versão 9.1.3 (SAS, 2007).

Resultados e Discussão

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de decomposição da palhada das plantas de cobertura, onde pode ser observado que a cultura do centeio produziu maior quantidade de palhada no pleno florescimento e, ainda, que a aplicação de nitrogênio não aumentou a produção de fitomassa para esta cultura. Já a cultura da aveia preta produziu menos fitomassa, principalmente no tratamento sem adubação nitrogenada (AV), no qual a produção foi aproximadamente 50% do observado para o centeio. Os teores de nitrogênio no tecido vegetal foram, no momento da rolagem das culturas, de 1,93, 2,43, 1,57 e 1,77%, para os tratamentos AV, AV+N, CE e CE+N, respectivamente (dados não apresentados) e a quantidade total de N acumulado na fitomassa de 51, 117, 92 e 100kg ha⁻¹, respectivamente. Isso mostra que a cultura do centeio foi mais hábil que a aveia preta em absorver N nativo do solo, quando não foi aplicada adubação nitrogenada. Este comportamento ocorreu, provavelmente, pela maior rusticidade do centeio e pela sua capacidade de produzir grande quantidade de fitomassa, mesmo em solos com baixo teor de nitrogênio (Calegari et al., 1993).

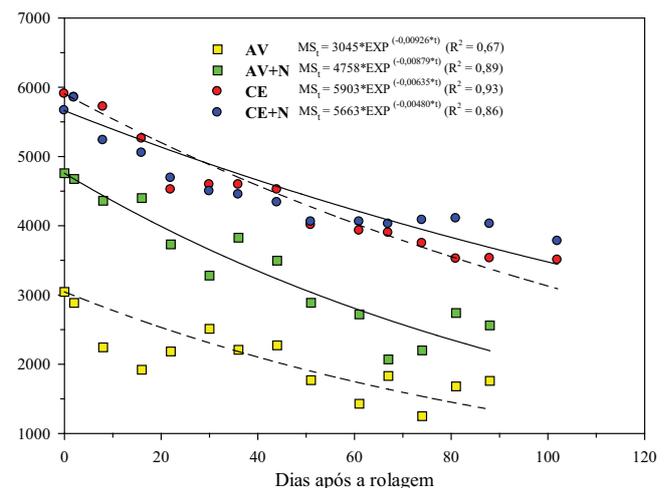


FIGURA 1: Quantidade de palhada (MS) das plantas de cobertura remanescentes sobre o solo durante o período de decomposição dos resíduos. (AV = Aveia; AV+N = Aveia + adubação nitrogenada; CE = Centeio; CE+N = Centeio + adubação nitrogenada).

A taxa de decomposição da palhada foi diferente para cada tratamento, sendo que, aos 88 dias após a rolagem, os tratamentos AV, AV+N, CE e CE+N apresentaram, ainda, 58, 54, 60 e 69% das quantidades iniciais de palhada, respectivamente (Figura 1). O tempo estimado pelo modelo cinético necessário para a decomposição de 50% da palhada foi de 75, 79, 109 e 142 dias para os tratamentos AV, AV+N, CE e CE+N, respectivamente, enquanto o tempo para decomposição de 95% da palhada foi estimado em 324, 341, 472 e 615 dias, respectivamente, indicando uma maior taxa de decomposição da palhada de aveia.

A abundância dos organismos da fauna edáfica identificados durante o processo de decomposição dos resíduos culturais está demonstrada na Figura 2. De maneira geral, o número de colêmbolos (*Collembola*) aumentou logo após a rolagem das plantas de cobertura, enquanto a diversidade da fauna edáfica (*H*) diminuiu, indicando que a presença de resíduos vegetais tem efeito imediato sobre esse indicador. Em todos os tratamentos foi observado queda da população aos 46 dias após a rolagem, principalmente da ordem *Collembola*, provavelmente devido ao problema de estiagem ocorrido neste período. Com o avanço do processo de

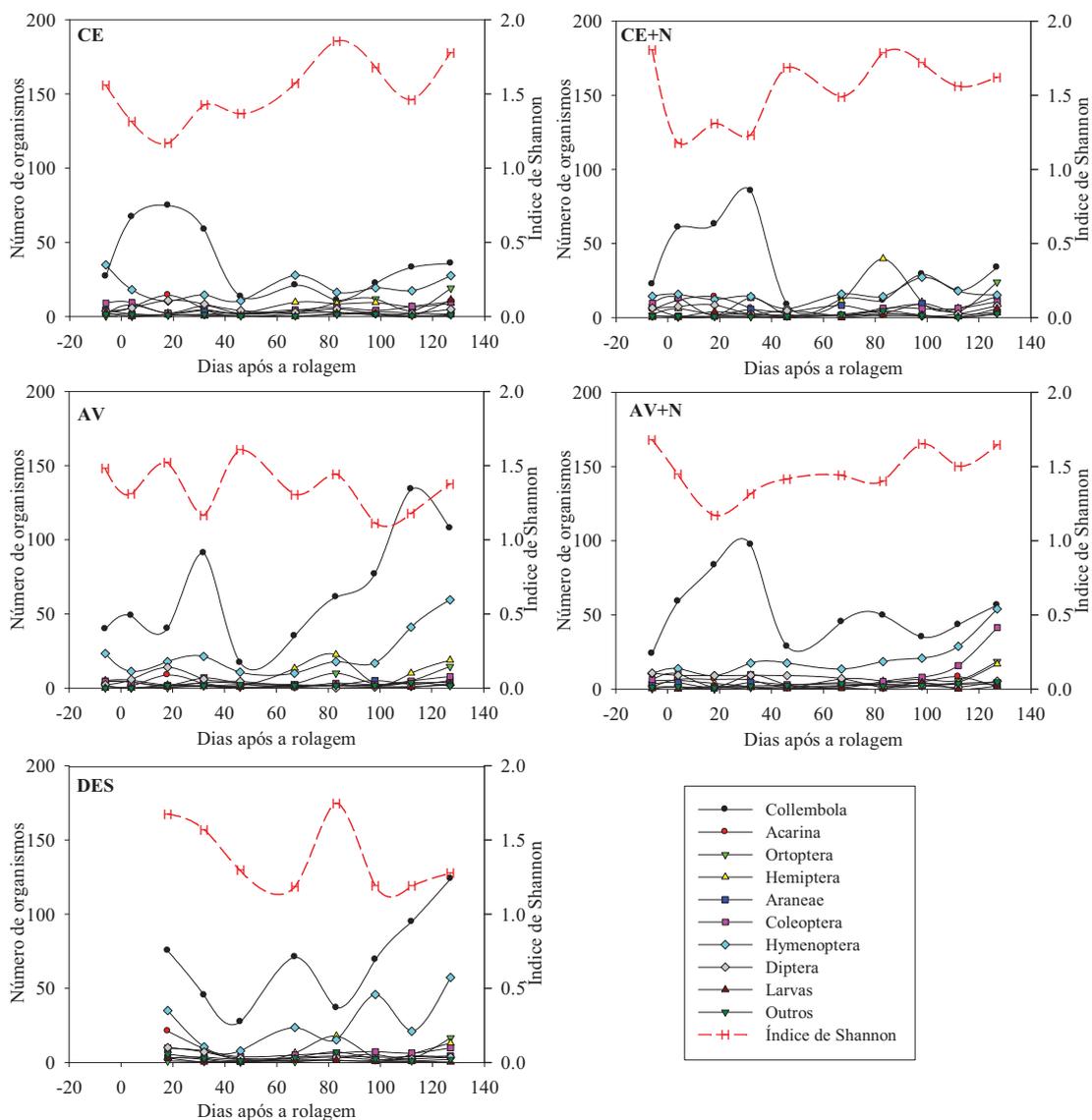


FIGURA 2: Número de indivíduos de cada ordem da fauna do solo e índice de diversidade de Shannon (*H*) nas dez épocas de coleta, realizadas durante o processo de decomposição dos resíduos culturais. (AV = Aveia; AV+N = Aveia + adubação nitrogenada; CE = Centeio; CE+N = Centeio + adubação nitrogenada).

decomposição, os tratamentos CE, CE+N e AV+N, que apresentaram maior quantidade inicial de palhada e de cobertura do solo (Figura 1), também tiveram maior equilíbrio populacional da fauna edáfica, com maiores valores do índice de diversidade de Shannon (H). Já nos tratamentos aveia (AV) e solo descoberto (DES), foi observado que o valor de H diminuiu à medida que ocorria a decomposição de resíduos, enquanto que o número de colêmbolos (Colembolla) e de formigas (Hymenoptera) aumentou.

Segundo Kladvik (2001), o aumento da densidade de colêmbolos em solos com pouca serrapilheira é um comportamento possível, e já detectado por Baretta et al. (2006), em solos sob sistema de cultivo convencional comparado ao sistema plantio direto. Esse comportamento pode ocorrer em ambientes com menor disponibilidade de material orgânico, pois força a seleção de organismos adaptados. Como muitas espécies de colêmbolos são organismos fungívoros, provavelmente o avançar do processo de decomposição dos resíduos tenha favorecido a colonização fúngica do sistema. Além disso, a diminuição da palhada pode ainda ter diminuído o habitat de organismos predadores, como a ordem Araneae, a qual é uma das controladoras das populações de colêmbolos e formigas (Lawrence e Wise, 2000).

O resumo da análise de variância multivariada para variável resposta grupos de organismos da fauna edáfica, incluídos na Tabela 1, demonstra que houve diferenças significativas ($P < 0,05$), pela estatística F, para todos os efeitos principais avaliados, exceto para o fator de tratamento; sendo que, a mesma análise de variância multivariada revelou um efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação tratamento vs. coleta. Este fato revela a inconsistência no efeito dos tratamentos testados, frente às coletas realizadas ao longo do tempo para os grupos de organismos da fauna edáfica.

Na Tabela 2 foram apresentados apenas os contrastes significativos pelo teste de F, onde pode ser observado que houve diferenças a partir da sexta coleta (67 DAR) entre os tratamentos CE e DES. Após, foram detectadas diferenças a partir da sétima coleta, se estendendo até a última coleta, corroborando com os resultados apresentados na Figura 2, onde no período final da decomposição houve maior variação no valor de H entre os tratamentos.

Aos 67 DAR verificou-se diferença entre o tratamento cultivado com centeio e o solo descoberto (CE e DES), principalmente em função da ordem Collembola, que teve um coeficiente canônico padronizado (CCP) de

TABELA 1: Análise de variância multivariada, por meio de quatro testes estatísticos, indicando os graus de liberdade do numerador (NGL) e do denominador (DGL) e a probabilidade para o teste F, tendo como variável as ordens de organismos da fauna edáfica.

Efeito	Teste estatístico ¹	Valor	Valor F	NGL	DGL	Pr>F
Tratamentos (T)	Lambda de Wilks	0,008	1,57	40	24,7	0,1183
	Pillai's Trace	2,476	1,46	40	36,0	0,1250
	Hotelling-Lawley	12,909	1,71	40	8,1	0,2127
	Roy's Greatest Root	6,653	5,99	10	9,0	0,1064
Coletas (C)	Lambda de Wilks	0,034	5,93	90	824,1	0,0001
	Pillai's Trace	2,273	4,33	90	1152,0	0,0001
	Hotelling-Lawley	5,903	7,77	90	521,9	0,0001
	Roy's Greatest Root	3,345	42,82	10	128,0	0,0001
T*C	Lambda de Wilks	0,030	1,52	340	1181,6	0,0001
	Pillai's Trace	2,734	1,43	340	1290,0	0,0001
	Hotelling-Lawley	4,672	1,63	340	839,3	0,0001
	Roy's Greatest Root	1,345	5,10	34	129,0	0,0001

¹/ $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$, $H_A: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$

1,11 (Tabela 2), indicando que esta ordem contribuiu mais para a existência de diferença entre os tratamentos, em relação às demais ordens da fauna edáfica. Cabe ressaltar que o valor de H, apresentado na Figura 2, não foi hábil na detecção deste comportamento aos 67 DAR, já que os valores calculados foram semelhantes para todos tratamentos. Isso indica que o uso isolado de índices de diversidade como única ferramenta de análise de populações complexas pode não ser suficiente para o entendimento de sua dinâmica.

Aos 83 DAR foram detectadas diferenças entre os tratamentos com palhada de centeio e de aveia, sendo as ordens Collembola e Hemiptera as que mais contribuíram para as diferenças encontradas (Tabela 2). Também, foram observadas diferenças entre a palhada de centeio e o solo descoberto (CE e DES) e aveia e o solo descoberto (AV e DES), com destaque para as ordens Collembola, Acarina, Orthoptera Coleoptera e Hemiptera.

Aos 98 e 127 DAR, foi detectada diferença entre os tratamentos CE e DES (Tabela 2), demonstrando que a manutenção de maior quantidade de palhada cobrindo o solo no período final de avaliação (Figura 1) contribuiu para a existência de diferentes características populacionais da fauna edáfica. De maneira geral, sempre que foi detectada diferença entre os contrastes, a ordem Collembola foi uma das mais influentes (Tabela 2), indicando que estes organismos são mais sensíveis às modificações no ambiente edáfico. Em todas as épocas foi testado o contraste CE + AV vs CE+N + AV+N para verificar a influência da adubação nitrogenada sobre a fauna edáfica, porém esta comparação só foi significativa aos 112 e 127 DAR, mostrando baixa influência da adubação nitrogenada nas culturas de cobertura sobre a fauna edáfica, o que pode ser ocasionado pelo fato da meso e macrofauna usar como fonte principal o nitrogênio contido nos microrganismos predados, e não o existente na palhada (Smith e Bradford, 2003;

TABELA 2: Teste multivariado dos efeitos simples do tratamento dentro de cada coleta juntamente com o teste F para a comparação dos contrastes testados pela estatística de Wilks Lambda (U). Coeficientes canônicos padronizados (CCP) e a estatística de teste da razão de verossimilhança (Λ) das variáveis respostas (densidade média = número médio de indivíduos por armadilha e dez ordens da mesofauna), separadamente para cada contraste testado.

COLETA ¹	CONTRASTES	U ² (P > F)	CCP por ordem da fauna ³										Λ^4
			COL	ACA	ORT	HEM	ARA	CO	HYM	DIP	LAR	OUT	
67 DAR ⁵	C ₂ : CE vs. DES ⁶	0,0485	1.11	-0.58	-0.29	-0.27	-0.21	0.06	-0.22	-0.09	0.37	0.66	0,87
83 DAR	C ₁ : CE + CE+N vs. AV + AV+N	0,0139	-1.04	0.16	0.23	0.74	-0.02	0.12	-0.25	0.36	0.10	0,45	0,85
83 DAR	C ₂ : CE vs. DES	0,0031	0.32	-0.42	-0.49	0.39	0.07	0.08	-0.22	-0.22	-0.01	1,01	0,82*
83 DAR	C ₃ : AV vs. DES	0,0039	-0.41	-0.12	-0.65	-0.27	0.11	0.46	-0.19	0.16	0.01	0,97	0,83
98 DAR	C ₁ : CE + CE+N vs. AV + AV+N	0,0433	-0.66	0.10	1.11	0.64	0.38	-0.23	-0.08	0.07	-0.50	-0,08	0,87
98 DAR	C ₂ : CE vs. DES	0,0226	0.71	-0.17	-1.09	-0.51	0.01	0.32	0.82	-0.08	-0.03	-0,18	0,87*
112 DAR	C ₁ : CE + CE+N vs. AV + AV+N	0,0032	0.90	0.01	0.10	-0.03	-0.09	0.19	0.26	-0.21	-0.17	0,64	0,82*
112 DAR	C ₄ : CE + AV vs. CE+N + AV+N	0,0185	-1.34	0.68	0.12	-0.22	0.08	0.53	-0.16	0.08	-0.19	0,06	0,86
127 DAR	C ₁ : CE + CE+N vs. AV + AV+N	0,0001	0.32	0.07	-0.55	0.09	0.05	0.50	0.69	-0.25	-0.76	0,03	0,61*
127 DAR	C ₂ : CE vs. DES	0,0001	-0.59	-0.10	0.00	-0.14	-0.16	0.07	-0.36	0.13	1.07	0,05	0,63*
127 DAR	C ₄ : CE + AV vs. CE+N + AV+N	0,0001	-0.61	0.17	0.63	0.01	-0.07	0.72	-0.37	0.21	-0.64	0,69	0,70*

^{1/} Coletas onde houve significância dos tratamentos; ^{2/} $U = \frac{|E|}{|E+H|}$; ^{3/} COL = Collembola; ACA = Acarina; ORT = Orthoptera; HEM = Hemiptera; ARA = Araneae; CO = Coleoptera; HYM = Hymenoptera; DIP = Diptera; LAR = Larvas; OUT = Outros.
^{4/} * significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{5/} DAR = dias após a rolagem. ^{6/} AV = aveia; AV+N = aveia + adubação nitrogenada; CE = centeio; CE+N = centeio + adubação nitrogenada; DES = solo descoberto.

Caner et al., 2004). Ainda, o efeito detectado pode ser devido à menor quantidade de palhada remanescente sobre o solo nos tratamentos sem adubação nitrogenada, principalmente na cultura da aveia preta.

Os testes estatísticos multivariados utilizados (Tabelas 1 e 2) possibilitam a exploração mais aprofundada dos dados que a observação apenas da abundância de organismos ou do índice de diversidade (Figura 2), os quais são insuficientes para uma interpretação mais acurada dos dados. De fato, os métodos multivariados são particularmente apropriados quando as variáveis se relacionam (Afifi e Clark, 1997). Ainda de acordo com estes autores, a diferença fundamental em relação à análise univariada é referente à forma de consideração do conjunto de variáveis, sendo na análise univariada cada variável é considerada individualmente, sem atenção aos inter-relacionamentos mútuos. Frequentemente, as variáveis respostas são reciprocamente dependentes, de modo que sua separação pode implicar na perda de informação, podendo assim, caso for analisada em conjunto esclarecer as interdependências das características envolvidas, gerando assim informação biologicamente mais significativa (Dempster, 1963).

A análise dos resultados obtidos indica que as diferenças na fauna edáfica se relacionam mais com a quantidade de palhada remanescente sobre o solo, onde o tratamento AV, que teve baixa produção de palhada, se assemelhou ao tratamento DES, enquanto os tratamentos CE, CE+N e AV+N têm maior similaridade entre si. Assim, os organismos da fauna edáfica são sensíveis ao tipo de palhada adicionada, mas principalmente à quantidade de palhada remanescente sobre o solo, sendo que quanto mais avança o processo de decomposição dos resíduos, mais diferenças aparecem na comunidade faunística quando há diferença na persistência de palha. A diminuição da quantidade de palhada remanescente sobre o solo promove uma seleção de organismos, onde as ordens Collembola e Hymenoptera, principalmente a primeira, passam a ter maior dominância, diminuindo a diversidade da fauna edáfica. Por isso, em função da sensibilidade dos colêmbolos, sugere-se que tais organismos sejam considerados como bioindicadores de impactos provocados no sistema, assim como também registrado por Baretta (2007).

A partir dos resultados, foi possível concluir que as ordens da fauna edáfica estudadas têm sensibilidade à quantidade de palhada remanescente sobre o solo e que a redução da disponibilidade desta provoca a diminuição da diversidade desses organismos, principalmente pelo aumento relativo da ordem Collembola.

Referências

- Afifi, A. A.; Clark, V. 1997. **Computer-aided multivariate analysis**. 3rd ed. CRC, Washington, USA, 455pp.
- Aita, C.; Giacomini, S. J.; Hubner, A. P.; Chiapinotto, I. C.; Fries, M. R. 2004. Consorciação de plantas de cobertura no outono/inverno antecedendo o milho em plantio direto: Dinâmica do nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **28**: 739-749.
- Baretta, D. 2007. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no estado de São Paulo**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 158pp.
- Baretta, D.; Mafra, A. L.; Santos, J. C. P.; Amarante, C. V. T.; Bertol, I. 2006. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **41**: 1675-1679.
- Bolliger, A.; Magid, J.; Amado, T. J. C.; Skora Neto, F.; Ribeiro, M. F. S.; Calegari, A.; Ralisch, R.; Neergaard, A. 2006. Taking stock of the Brazilian “Zero-till revolution”: A review of landmark research and farmers’ practice. **Advances in Agronomy**, **91**: 1-64.
- Buzzi, Z. J. 2002. **Entomologia aplicada**. UFPR, Curitiba, Brasil, 348pp.
- Calegari, A.; Mondardo, A.; Bulisani, E. A.; Wildner, L. P.; Costa, M. B. B.; Alcantara, P. B.; Miyasaka, S.; Amado, T. J. C. 1993. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2^a ed. AS-PTA, Rio de Janeiro, Brasil, 346pp.
- Caner, L.; Zeller, B.; Dambrine, E.; Ponge, J.; Chauvat, M.; Llanque, C. 2004. Origin of the nitrogen assimilated by soil fauna living in decomposing beech litter. **Soil Biology and Biochemistry**, **36**: 1861-1872.
- Coimbra, J. L. M.; Santos, J. C. P.; Alves, M. V.; Barzotto, I. 2007. Técnicas multivariadas aplicadas ao estudo da fauna do solo: Contrastes multivariados e análise canônica discriminante. **Ceres**, **54**: 214-218.
- CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC. 2004. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. SBRS/NRS, Porto Alegre, Brasil, 400pp.
- Correia, M. E. F. 2002. **Relações entre diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas**. EMBRAPA, Rio de Janeiro, Brasil, 33pp.
- Dempster, A. P. 1963. Stepwise multivariate analysis of variance based on principal variables. **Biometrics**, **19**: 478-490.
- Hättenschwiler, S.; Tiunov, A. V.; Scheu, S. 2005. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, **36**: 191-218.

- Kladivko, E. J. 2001. Tillage systems and soil ecology. **Soil & Tillage Research**, **61**: 61-76.
- Lavelle, P.; Spain, A. V.; Blanchart, E.; Martin, A.; Martin, S. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In: Lal, R. & Sanches, P. A. (Eds). **Myths and science of soils of the tropics**. SSSA, Madison, USA, p.157-185.
- Lawrence, K. L.; Wise, D. H. 2000. Spider predation on forest-floor collembolan and evidence for indirect effects on decomposition. **Pedobiologia**, **44**: 33-39.
- Moço, M. K. S.; Gama-Rodrigues, E. F.; Gama-Rodrigues, A. C.; Correia, M. E. 2005. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, **29**: 555-564.
- Rencher, A. C. 2002. **Methods of multivariate Analysis**. 2nd ed. Wiley, New York, USA, 740pp.
- Rovedder, A. P.; Antonioli, Z. P.; Spagnollo, E.; Venturini, S. F. 2004. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, **3**: 87-96.
- SAS Institute INC. 2007. SAS® 9.1.3 (TS1M3) for Windows Microsoft. SAS Institute Inc, Cary.
- Seastedt, T. R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual Review of Entomology**, **29**: 25-46.
- Singh, S.; Ghoshal, N.; Singh, K. P. 2007. Variations in soil microbial biomass and crop roots due to differing resource quality inputs in a tropical dryland agroecosystem. **Soil. Biology and Biochemistry**, **39**: 76-86.
- Smith, V. C.; Bradford, M. A. 2003. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology**, **24**: 197-203.
- Stinner, B. R.; House, G. J. 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, **35**: 299-318.
- Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. 1995. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. UFRGS/FA/DS, Porto Alegre, Brasil, 174pp.