

DIVISÃO 2 - PROCESSOS E PROPRIEDADES DO SOLO

Comissão 2.1 - Biologia do solo

FAUNA EPIGEICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE *Nicotiana tabacum* L.⁽¹⁾

Marta Sandra Drescher⁽²⁾, Ana Paula Moreira Rovedder⁽³⁾, Zaida Inês Antonioli⁽⁴⁾, Flávio Luiz Foletto Eltz⁽⁵⁾ & Gerson Laerson Drescher⁽⁶⁾

RESUMO

O Rio Grande do Sul detém grande relevância na produção de tabaco. Adotam-se três sistemas de manejo: convencional, mínimo e plantio direto. Para analisar o impacto desses sistemas sobre a população da fauna do solo, efetuou-se uma amostragem da fauna epigeica. Foram avaliados preparo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD), além de área de reconversão da fumicultura para a vitivinicultura (RV) e de mata nativa (MN). Na amostragem, foram utilizadas dez armadilhas Provid em cada área. Os atributos avaliados foram: abundância de organismos, riqueza, índice de diversidade (H') e equitabilidade de Shannon (J). Collembola (Arthropoda: Hexapoda) foi identificada até o nível de família, devido à sua sensibilidade às modificações do ambiente. Efetuaram-se a análise multivariada de Agrupamento Hierárquico e a Análise de Componentes Principais, e os índices H' e J foram comparados pelo teste t , de Student. O PD apresentou maior número total de organismos, isolando-se das demais áreas pela análise de agrupamento hierárquico. Os valores de riqueza foram muito semelhantes entre as áreas, destacando-se a aproximação entre RV e MN. Os tratamentos PC, PD e RV não diferiram estatisticamente quanto ao H' , apresentando valores de 1,58; 1,60; e 1,52, respectivamente. CM apresentou menor valor de H' (1,18) e MN, o valor intermediário (1,33). O comportamento estatístico de J foi muito semelhante ao encontrado em H' . Em relação à Classe Collembola, foram identificadas as famílias Entomobryidae, Sminthuridae, Poduridae e Hipogasturidae. PD apresentou exemplares das quatro famílias identificadas, enquanto nas demais áreas foram identificadas apenas Entomobryidae e Sminthuridae. Pela Análise de Componentes

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 22 de abril de 2010 e aprovado em 7 de julho de 2011.

⁽²⁾ Engenheira-Agrônoma, Doutoranda em Ciência do Solo (PPGCS), Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Av. Roraima 1000, Camobi, CEP 97105-900 Santa Maria (RS). CAPES. E-mail: martadrescher@gmail.com

⁽³⁾ Engenheira Florestal, D.S., Professora do Departamento de Ciências Florestais, UFSM. E-mail: anarovedder@gmail.com

⁽⁴⁾ Bióloga, D.S., Professora do Departamento de Solos, UFSM. E-mail: zantonioli@gmail.com

⁽⁵⁾ Engenheiro-Agrônomo, Ph. D., Professor do Departamento de Solos, UFSM. E-mail: flavioeltz@gmail.com

⁽⁶⁾ Graduando em Agronomia, UFSM. E-mail: gersondrescher@gmail.com

Principais (PCA), as diferenças entre as áreas explicaram 32 % da variabilidade encontrada; desse percentual, 59,3 % foram explicados pelos eixos 1 e 2. A presença ou ausência de revolvimento do solo e a rotação com culturas de cobertura foram os fatores que mais influenciaram as populações de fauna epigeica.

Termos de indexação: qualidade do solo, sistemas de manejo do solo, fauna epigeica.

SUMMARY: EPIGEIC FAUNA IN PRODUCTION SYSTEMS OF *Nicotiana tabacum* L.

The state of Rio Grande do Sul is an important tobacco producer. The crop is produced in three management systems: conventional tillage (CT), minimum tillage (MT) and no tillage (NT). To assess the impact of these systems on the soil fauna population, the epigeic fauna was sampled. Aside from the three cited systems, an area in conversion from tobacco to grape (TGr) and an area of native forest (NF) were evaluated. Ten Provid traps per area were used for sampling. The evaluated parameters were abundance of organisms, richness, Shannon's diversity index (H') and Shannon's Evenness Index (J). Due to its sensibility to environmental modifications, Collembola (Arthropoda: Hexapoda) was identified to the family level. Multivariate analysis were performed by the method of Hierarchical Cluster Analysis of Average Euclidean Distance and Principal Component Analysis and the indexes H' and J were compared by the Student's t test. The total number of organisms was largest in NT, differentiated from the other areas in the Hierarchical Cluster Analysis. The richness values were very similar among the areas, particularly close between TGr and NF. No statistical differences were observed between the treatments CT, NT and TGr regarding H', with values of 1.58, 1.60 and 1.52, respectively. The value of H' was lowest in MT (1.18) and intermediate in NF (1.33). The statistical behavior for J was very similar to that of H'. For Collembola, the families Entomobrydae, Sminthuridae, Poduridae and Hipogastruridae were identified. All four families were observed in NT, while in the other areas only Entomobrydae and Sminthuridae were identified. The Principal Component Analysis (PCA) explained 32 % of the variability among the areas. Of this percentage, the axes 1 and 2 explained 59.3 %. The presence or absence of soil tillage and cover crop rotation were the most influential factors in epigeic fauna populations.

Index terms: soil quality, soil management, epigeic fauna.

INTRODUÇÃO

O tabaco é uma importante planta não alimentícia cultivada em todos os continentes, apresentando relevância econômica em escala mundial. Todavia, a fumicultura não tem a mesma expressividade em todos os setores do agronegócio, representando em torno de 4 % das propriedades familiares, sendo praticamente inexistente no sistema patronal (Guilhoto et al., 2006). Esse comportamento pode ser atribuído à forte influência da fumicultura no Rio Grande do Sul, atividade ligada às pequenas propriedades, consideradas familiares naquele Estado. Essas propriedades apresentam, de acordo com a Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA, 2010), uma área média de 18,5 ha, da qual aproximadamente 2,6 ha são utilizados para o plantio de tabaco. E a mão de obra é, em sua maioria, de origem familiar.

A abrangência do cultivo do tabaco na Região Sul do Brasil pode ser percebida ao se avaliarem dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, pelos quais se tem que 65 % do total de municípios da região são produtores de tabaco (IBGE, 2006). Dos estados componentes da Região Sul, o Rio Grande do Sul caracteriza-se como maior produtor, sendo responsável por 51,12 % da produção nacional (Rio Grande do Sul, 2009).

Não menos importante que a expressividade socioeconômica dessa cultura, a questão da sustentabilidade ambiental e da qualidade do solo nesse sistema deve ser alvo de atenção. Amaral et al. (2007) destacam que para a produção de tabaco é utilizada uma grande quantidade de agrotóxicos: inseticidas, herbicidas, fungicidas e antibrotantes. Esses mesmos autores ainda salientam que entre 5 e 20 % dos agrotóxicos aplicados chegam aos rios, gerando contaminação ambiental. Rheinheimer et al. (2003)

reforçam tal informação, destacando que o uso indiscriminado de insumos fertilizantes e o manejo do solo fora de sua aptidão agrícola, aliado à falta de consciência da população na proteção do solo e das vertentes, aumentam a probabilidade de poluição ambiental. Esse cenário é agravado pelos sistemas de manejo frequentemente empregados no cultivo do tabaco, os quais preconizam o intenso revolvimento dos solos, com destaque para o sistema de cultivo convencional. O intenso revolvimento do solo diminui drasticamente seus teores de matéria orgânica, atividade microbiológica e estabilidade de agregados (Rheinheimer et al., 2003). Com base nessas informações, pode-se dizer que a fumicultura possui grande potencial em comprometer a qualidade do solo, que é definida como a capacidade deste de funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do ambiente e promovendo a saúde de plantas e animais (Doran & Parkin, 1994).

A população de organismos do solo apresenta-se como uma fração sensível a variações nas práticas de manejo, como sistema de cultivo, adubação, calagem e aplicação de defensivos agrícolas. Baretta et al. (2003) destacam que os sistemas de preparo e cultivo do solo podem modificar a densidade e diversidade dos grupos mais frequentes de organismos edáficos. Essa informação é reforçada pelo trabalho de Alves et al. (2006), que informam que em sistemas de preparo convencional o revolvimento do solo não atua unicamente na diversidade de organismos, mas tem potencial de interferir na sua atividade.

A fauna do solo, como fração sensível a mudanças, revela potencial na detecção de alterações ambientais. Correia (2002) afirma que os organismos do solo são sensíveis a práticas de manejo, a impactos de origem antrópica e a propriedades inerentes ao próprio ecossistema, dentre os quais se destacam o clima, o solo e a vegetação. Em concordância, Baretta et al. (2003) chegam a afirmar que esses organismos são a parte mais ativa e sensível às interferências no ambiente agrícola.

Entre os organismos da fauna epigeica do solo, o estudo da Classe Collembola (Arthropoda: Hexapoda) faz-se relevante devido à densidade desses organismos no solo (Giracca et al., 2008), juntamente com a sensibilidade que esses apresentam às alterações ambientais (Coleman & Hendrix, 2000). Nesse sentido, a diversidade de colêmbolos tem sido usada como bioindicador de intervenções antrópicas, bem como da qualidade do solo (Coleman & Hendrix, 2000; Chauvat et al., 2003; Cutz-Pool et al., 2007).

Aliando à perspectiva da bioindicação com a necessidade de informações referentes ao efeito das práticas de manejo na fumicultura sobre a qualidade do solo e do ambiente, este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento da fauna edáfica epigeica diante das práticas de manejo mais frequentes na produção de tabaco, em relação às suas características

populacionais, como abundância de espécimes, riqueza da população, diversidade e equitabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Agudo, na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. A escolha desse município foi devida à elevada representatividade exercida pela fumicultura no setor socioeconômico. Foram avaliadas parcelas situadas em duas localidades: Nova Boêmia e Linha dos Pomeranos. As duas localidades apresentam características fisiográficas semelhantes e encontram-se distantes aproximadamente 30 km uma da outra. O relevo da área experimental é considerado fortemente ondulado e de declividade média a alta. O clima da região de estudo é do tipo Cfa, subtropical, úmido e sem período de estiagem definido, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,4 °C. O regime pluviométrico da região apresenta chuvas bem distribuídas durante o ano, e a precipitação normal varia de 1.300 a 1.800 mm ano⁻¹, com maiores valores em maio e junho (Nimer, 1989). O solo encontrado nas áreas do estudo foi classificado como Neossolo Litólico.

Foram avaliados quatro sistemas de manejo do solo em sistemas de produção de tabaco – plantio direto, plantio convencional, cultivo mínimo e uma área de reconversão da fumicultura para a vitivinicultura, tendo como área-controle uma área de mata nativa. As áreas apresentavam as seguintes características: (1) Fumicultura em Plantio Direto (PD): área de fumicultura manejada em sistema plantio direto, com rotação de culturas com duas variedades de mucuna (*Mucuna aterrima* [Piper & Tracy] Holland), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.) e crotalária (*Crotalaria juncea* L.). A área vinha sendo conduzida nesse sistema há quatro anos, sem revolvimento do solo; (2) Fumicultura em Preparo Convencional (PC): esta área representa uma das formas de cultivo mais representativas da região. Para o seu preparo são realizados os processos de aração e de gradagem, além da construção de um camalhão, em que é realizado o plantio. A rotação de culturas é constituída de tabaco no período de primavera/verão e milho/aveia + azevém (*Zea mays* L./*Avena strigosa* Schreb. + *Lolium multiflorum* L.) no período de outono/inverno (entressafra da cultura do tabaco). A área vinha sendo conduzida nesse sistema de manejo há aproximadamente 18 anos; (3) Fumicultura em cultivo mínimo (CM): esta forma de cultivo vem ganhando espaço entre os produtores. A mobilização do solo é diminuída pela eliminação das atividades de aração e de gradagem, permanecendo, contudo, a construção do camalhão. A área caracterizava-se pelo cultivo de tabaco no período de primavera/verão e de milho na entressafra, entretanto sem a consorciação com uma cultura de cobertura de inverno, por um período de

aproximadamente dez anos; (4) Reconversão para Vitivinicultura (RV): esta área foi submetida à fumicultura por aproximadamente 20 anos consecutivos e passou por um processo de reconversão para a vitivinicultura em 2001. Utilizavam-se as cultivares Isabel, Bordô, Concord (francesa-preta), Niágara Branca e Niágara Rosada da espécie *Vitis labrusca* L. O cultivo era conduzido sob a forma de latada com consórcio de plantas de cobertura no inverno (aveia + azevém + ervilhaca (*Vicia sativa* L.)) e manejo, por meio de roçadas da vegetação espontânea no verão; (5) Mata Nativa (MN): adjacente à área de reconversão, caracteriza-se por apresentar vegetação nativa, sendo representativa da Floresta Estacional Decidual.

Em cada uso do solo foram determinados atributos químicos e físicos a partir da coleta de três amostras compostas de solo, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm. As análises químicas foram realizadas no Laboratório Central de Análises de Solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria e a análise granulométrica, pelo Método da Pipeta (Gee & Bauder, 1986) no Laboratório de Física do Solo da UFSM. Assim, a caracterização do solo em cada uso pode ser observada no quadro 1, que apresenta a análise granulométrica e a classe textural; e no quadro 2, que contém os principais resultados da análise de atributos químicos, nas profundidades de 0–5, 5–10 e 10–20 cm.

A amostragem foi realizada no mês de fevereiro de 2008, no período de pós-colheita do tabaco. Foram utilizadas 10 armadilhas do tipo Provid em cada uma das áreas. Essas armadilhas consistem em garrafas plásticas do tipo pet com quatro aberturas de 5 x 5 cm, localizadas a 17 cm da base da garrafa (Antoniolli et al., 2006). No interior da garrafa foram adicionados 200 mL de solução de álcool etílico 70 %. As garrafas

foram enterradas deixando-se suas aberturas no nível do solo, para permitir a entrada dos organismos da fauna epigeica do solo, permanecendo no campo durante quatro dias. Após a retirada das armadilhas do campo, elas foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia do Solo da Universidade Federal de Santa Maria. As amostras foram passadas em peneiras de 9 e 270 mesh, a fim de separar o solo e os resíduos vegetais da fauna coletada do solo. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em copos plásticos com tampa, também em uma solução de álcool etílico 70 %, adicionando-se 5 % de glicerina. A contagem e identificação dos organismos coletados foram realizadas com o auxílio de uma lupa biocular com capacidade de aumento de 40 vezes, em placas de Petri. Os organismos foram identificados no nível de ordem, conforme Gallo et al. (1988). Efetuou-se, ainda, a identificação dos organismos da Classe Collembola (Arthropoda: Hexapoda), em nível de família, de acordo com Zeppelini Filho & Bellini (2004) e Bellinger et al. (2007).

Foram calculados o número total e por grupos de organismos, a riqueza – a qual corresponde ao número de grupos (nesse caso, os grupos correspondem à Classe Collembola e às Ordens da Classe Insecta) –, o Índice de Diversidade de Shannon (H) (Odum, 1975; Begon et al., 1990); e o Índice de Equitabilidade de Shannon (J) (Ibañez et al., 1995; Rovedder, 2007).

O número total de organismos foi submetido à análise multivariada por Análise de Agrupamento Hierárquico, por distância euclidiana média e por número de organismos por grupo; e à Análise de Componentes Principais (PCA), pelo software CANOCO versão 4.0 (Ter Braak & Smilauer, 1998). Os índices H e J foram submetidos ao teste t, de Student, a 5 %.

Quadro 1. Análise granulométrica e classe textural dos usos do solo nas profundidades de 0–5, 5–10 e 10–20 cm

Uso do solo	Profundidade	Areia	Silte	Argila	Classe textural
	cm	g kg ⁻¹			
MN	0–5	358	470	172	4
	5–10	336	516	148	4
	10–20	369	494	137	4
RV	0–5	332	506	162	4
	5–10	328	507	165	4
	10–20	327	507	166	4
PC	0–5	152	486	362	3
	5–10	160	488	352	3
	10–20	168	491	341	3
PD	0–5	358	474	168	4
	5–10	365	456	178	4
	10–20	320	478	202	3
CM	0–5	303	313	384	3
	5–10	315	321	364	3
	10–20	160	257	583	2

MN: mata nativa; RV: reconversão para vitivinicultura; PC: preparo convencional; PD: plantio direto; e CM: cultivo mínimo.

Quadro 2. Atributos químicos do solo analisado com diferentes usos nas profundidades de 0–5, 5–10 e 10–20 cm

Uso do solo	Prof.	pH H ₂ O ⁽¹⁾	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC efet.	Saturação		MO
										Al	Bases	
			g dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			%		g kg ⁻¹	
MN	0–5	5,6	17,33	270,66	24,03	3,36	0,06	2,33	28,10	0,26	92,36	56,00
	5–10	5,9	10,10	240,00	40,13	4,60	0,06	2,23	45,40	0,26	93,53	38,67
	10–20	6,1	6,03	221,33	20,20	2,73	0,00	2,63	22,13	0,00	90,03	28,67
RV	0–5	6,0	24,73	268,00	30,73	4,86	0,00	2,90	36,30	0,00	90,40	35,67
	5–10	5,7	20,17	244,00	15,30	6,53	0,00	3,66	19,10	0,00	83,83	17,00
	10–20	5,4	15,90	262,66	24,20	3,80	0,83	4,26	29,50	4,20	83,96	14,00
PC	0–5	5,9	50,53	292,00	10,36	3,00	0,00	3,76	14,13	0,00	79,13	35,00
	5–10	5,8	36,57	264,00	19,70	4,43	0,00	4,26	24,80	0,00	82,30	35,33
	10–20	6,0	11,37	181,33	27,43	5,86	0,00	3,36	33,73	0,00	88,93	33,67
PD	0–5	5,9	61,80	324,00	49,90	8,53	0,00	3,56	59,26	0,00	92,46	22,33
	5–10	5,9	59,70	305,33	27,33	7,10	0,00	3,43	35,16	0,00	91,00	21,00
	10–20	5,9	47,50	281,66	49,63	9,13	0,00	3,36	59,43	0,00	93,63	19,67
CM	0–5	5,1	12,40	237,33	27,73	5,00	0,93	5,73	34,26	3,80	81,00	25,00
	5–10	5,5	7,70	160,00	28,00	5,36	0,63	4,50	34,36	2,50	85,80	21,33
	10–20	5,3	3,23	105,33	14,40	3,23	0,70	4,26	18,60	3,23	81,13	18,66

⁽¹⁾ Relação 1:1 (v/v). MN: mata nativa; RV: reconversão para vitivinicultura; PC: preparo convencional; PD: plantio direto; e CM: cultivo mínimo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de agrupamento hierárquico (Figura 1), o Plantio Direto em fumicultura (PD) apresentou maior número total de organismos, isolando-se das demais áreas. Isso pode ter ocorrido como resposta do não revolvimento do solo e da rotação com culturas de cobertura. Da mesma forma, o não revolvimento, a cobertura permanente e a diversidade do material orgânico na reconversão para vitivinicultura (RV) e na mata nativa (MN) propiciaram condições semelhantes, o que permitiu a formação de um grupo intermediário (Figura 1). Cobertura vegetal permanente e ausência de revolvimento condicionam uma série de características, como maior retenção de umidade, menor amplitude térmica, aumento em agregação, teor de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os quais têm sido relacionados com índices de maior abundância e diversidade de fauna do solo (Silva & Carvalho, 2000; Baretta et al., 2006; Rovedder et al., 2009).

Fumicultura em CM e fumicultura em PC aproximaram-se entre si como as áreas que apresentaram menor número total de organismos. Essa constatação representa a existência de forte relação entre o preparo do solo e a quantidade de organismos que irão se desenvolver, como atestado por pesquisas anteriores (Brown, 1997; Córdova et al., 2009). A similaridade entre os dois ambientes origina-se de práticas antrópicas, como sistema de manejo e práticas culturais empregadas, as quais, por promoverem o revolvimento do solo, provocam a oxidação e a consequente diminuição do teor de matéria

orgânica do solo (Meurer, 2004), uma vez que tem sido relatada alta correlação entre os teores de matéria orgânica e as características populacionais da fauna edáfica (Baretta et al., 2006; Silva et al., 2006; Gatiboni et al., 2009).

O quadro 3 apresenta o número de organismos para Classe Collembola e por Ordem da Classe Insecta, bem como os valores de Riqueza, Índice de Diversidade (H') e de Equitabilidade (J) de Shannon. Em relação à Riqueza de organismos, houve pouca variação entre as áreas. A RV demonstrou ter afetado positivamente os índices populacionais da fauna epigeica, principalmente em relação ao número total de organismos e riqueza. Esse resultado demonstra que

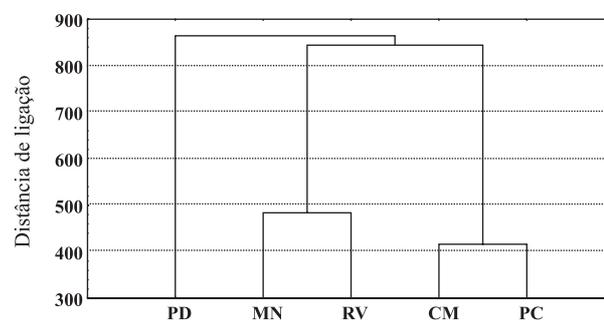


Figura 1. Análise de agrupamento hierárquico do número total de organismos encontrados nas áreas de fumicultura em Plantio Direto (PD), fumicultura em Cultivo Mínimo (CM), fumicultura em Preparo Convencional (PC), Reconversão para Vitivinicultura (RV) e Mata Nativa (MN).

a reconversão para culturas perenes pode proporcionar maior conservação do recurso solo e, conseqüentemente, elevação do nível de sustentabilidade do sistema produtivo quando comparado com a fumicultura. Essa constatação pode ser explicada e fundamentada pelos conceitos entre estabilidade do sistema e diversidade de espécies apresentados por Odum (1989), segundo os quais, em ambientes homogêneos, a densidade tende a ser alta e a diversidade, a diminuir.

Em relação ao Índice de Diversidade de Shannon (H'), PC, PD e RV não diferiram estatisticamente entre si, enquanto CM apresentou o menor valor. Esse resultado pode representar a influência da cobertura vegetal sobre as comunidades da fauna epigeica, uma vez que CM não possui cultivo de plantas de cobertura, tal como acontece em PC, PD e RV. De acordo com Jandl et al. (2003), maior diversificação do material orgânico favorece a diversidade de organismos. O Índice de Equitabilidade de Shannon (J) apresentou padrão estatístico muito semelhante ao H'. Embora a área de mata nativa tenha exibido maior riqueza, a distribuição dos organismos por ordens não foi tão proporcional, o que resultou em menores valores de Diversidade e Equitabilidade de Shannon. As variações em abundância e diversidade da fauna do solo são atribuídas ao tipo de preparo, espécie e idade das plantas (qualidade do alimento), sucessão de culturas empregadas e permanência de cobertura do solo (Hu et al., 1997). Depreende-se desses resultados que a

rotação de culturas com plantas de cobertura foi uma prática mais efetiva sobre a qualidade biológica do que a intensidade de revolvimento.

A área de PD apresentou maior número de famílias da Classe Collembola, em comparação com as demais áreas (Quadro 4). Isso ocorreu, provavelmente, devido aos resíduos vegetais depositados na superfície do solo, criando um micro-habitat favorável para o desenvolvimento desses artrópodes, o que também foi verificado por Mussury et al. (2002). Nesse sentido, plantio direto e rotação de culturas podem ter sido favoráveis para o armazenamento de umidade no solo e, conseqüentemente, para o desenvolvimento dos

Quadro 4. Famílias da Classe Collembola encontradas nas áreas de Plantio Convencional (PC), Cultivo Mínimo (CM), Plantio Direto (PD) de tabaco, Reconversão para a vitivinicultura (RV) e Mata Nativa (MN)

Família	Área				
	PC	CM	PD	RV	MN
Entomobryidae	X	X	X	X	X
Sminthuridae	X	X	X	X	X
Poduridae			X		
Hipogasturidae			X		

Quadro 3. Número total de organismos da Classe Collembola e por Ordem da Classe Insecta, Riqueza de grupos de artrópodes edáficos e Índices de Diversidade (H') e de Equitabilidade (J) de Shannon nas áreas de Plantio Convencional (PC), Cultivo Mínimo (CM), Plantio Direto (PD) de tabaco, Reconversão para vitivinicultura (RV) e Mata Nativa (MN), na região de Agudo, RS

Ordem entomológica	Área					Total por Ordem
	PC	CM	PD	RV	MN	
Acarina	411	163	791	1.232	1.335	3.932
Collembola	1.054	1.273	1.389	1.074	618	5.408
Orthoptera	52	52	176	57	38	375
Hymenoptera	213	350	970	331	263	2.127
Isoptera	25	19	36	80	28	188
Coleoptera	279	71	285	145	67	847
Diptera	31	21	105	50	41	248
Araneae	28	15	17	92	53	205
Blastodea	0	4	1	1	1	7
Hemiptera	20	3	6	15	1	45
Thysanoptera	40	6	33	7	8	94
Dermaptera	0	0	0	1	1	2
Lepidoptera	11	1	0	5	1	18
Mantódea	0	0	0	0	1	1
Sulfugida	7	0	0	0	5	12
Isopoda	0	0	0	2	0	2
Riqueza	12	12	11	14	15	
H'	1,58 a*	1,18 c	1,60 a	1,52 a	1,33 b	
J	0,63 a*	0,48 c	0,67 a	0,57 ab	0,49 bc	

*: médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste t, de Student, a 5 % de erro.

organismos. Obtiveram-se representantes das famílias Entomobryidae e Sminthuridae em todas as áreas avaliadas. A dominância dessas duas famílias sobre as demais também foi verificada em outros trabalhos, como de Baretta et al. (2008), em sistemas de produção de *Araucaria angustifolia*; e Mussury et al. (2002), em áreas de plantio direto e de pastagem contínua.

Análise de componentes principais (PCA)

De acordo com a Análise de Componentes Principais (PCA), as diferenças entre as áreas explicam 32 % da variabilidade encontrada (Quadro 5). Desse percentual, 59,3 % são explicados pelos componentes principais 1 e 2 (CP1 e CP2) e pela relação entre a fauna do solo e as características dos sistemas analisados (Quadro 5).

Observa-se, portanto, que a PCA foi eficiente para mostrar a diferença que cada sistema de manejo analisado impõe sobre a fauna do solo.

A PCA (Figura 2) permitiu ainda correlacionar as áreas avaliadas com a ocorrência dos grupos de artrópodes. Constatou-se haver maior correlação de Araneae, Lepidoptera, Hemiptera e Sulfugida com a área de reconversão da fumicultura (RV). As ordens Coleoptera, Thysanoptera, Collembola, Orthoptera e Hymenoptera tiveram maior correlação com as áreas submetidas à fumicultura nos sistemas direto (PD) e convencional (PC).

O CP2 separou CM e MN, e CM apresentou comportamento oposto ao das demais áreas, isolando-se em relação à maioria dos grupos edáficos (Figura 2). Comportamento equivalente ao dessa área foi observado

Quadro 5. Análise de Componentes Principais (PCA) das áreas do estudo e grupos da fauna do solo

Eixos	1	2	3	4	Variância total
Valores	0,161	0,151	0,136	0,092	1,000
Correlação áreas ⁽¹⁾ - grupos da fauna edáfica	0,709	0,848	0,730	0,438	
Percentual cumulativo da variância de grupos da fauna edáfica	16,1	31,2	44,9	54,0	
Relação entre as áreas	25,3	59,3	81,9	87,4	
Somatório dos autovalores					0,32

⁽¹⁾ Reconversão para vitivinicultura (RV), Mata Nativa (MN), Cultivo Mínimo (CM), Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC).

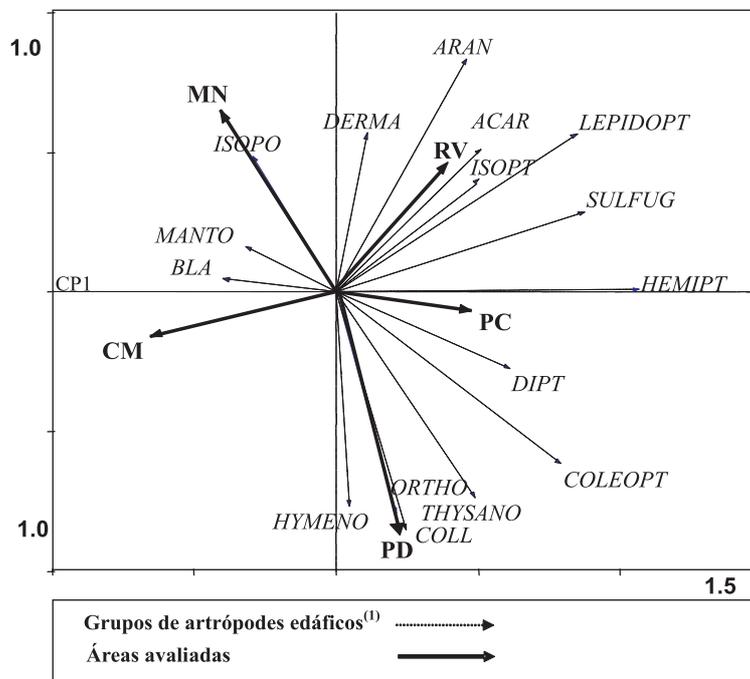


Figura 2. Análise dos Componentes Principais (PCA) da relação entre grupos de artrópodes edáficos e as áreas Plantio Convencional (PC), Cultivo Mínimo (CM), Plantio Direto (PD) de tabaco, Reconversão para Vitivinicultura (RV) e Mata Nativa (MN). ⁽¹⁾ Grupos de artrópodes edáficos: DERM (Dermaptera); ARA (Araneae); ACA (Acarina); ISOP (Isoptera); LEPIDOP (Lepidoptera); SULFU (Sulfugida); HEMIP (Hemiptera); DIP (Diptera); COLEOP (Coleoptera); THYSAN (Thysanoptera); ORTH (Orthoptera); COL (Collembola); HYMEN (Hymenoptera); BL (Blastodea); MANT (Mantodea); e ISOPO (Isopoda).

também na análise dos Índices de Diversidade e Equitabilidade de Shannon (Quadro 3), o que pode ser atribuído à sucessão de culturas tabaco/milho, pouco diversificada, e à ausência de culturas de cobertura. Demonstrou-se, dessa forma, a necessidade de realização de eficaz sistema de rotação de culturas, que permita a diversificação do material orgânico. O comportamento desse sistema de cultivo concorda com os resultados encontrados por Giracca et al. (2003), que demonstraram que sistemas de baixa diversificação vegetal proporcionam um hábitat específico para determinadas comunidades macrobióticas, diminuindo a diversidade e número de espécies da fauna do solo.

Os grupos Isopoda, Mantodea e Blastodea apresentaram forte correlação positiva com MN, demonstrada pelo CP2 (Figura 2). A Classe Collembola apresentou forte correlação com PD, o que foi distinguido a partir de CP1.

CONCLUSÕES

1. A presença ou ausência de revolvimento do solo e a rotação com culturas de cobertura foram os fatores que mais contribuíram para diferenciar as populações de fauna epigeica entre as áreas avaliadas.

2. A análise de CM permitiu concluir que a rotação com plantas de cobertura foi mais efetiva para a manutenção das características populacionais da fauna epigeica do que a intensidade de preparo.

3. O Plantio Direto apresentou melhores índices populacionais da fauna epigeica, o que representa avanço em conservação do solo na produção do tabaco.

4. A avaliação da fauna epigeica indicou similaridade ambiental entre a reconversão para vitivinicultura e a mata nativa na região do estudo.

5. Os resultados permitem sugerir que a fumicultura na região do estudo, devido às suas características de relevo forte-ondulado e solos rasos, deve ser trabalhada com sistemas que preconizem rotação de culturas e menor revolvimento, como forma de manutenção das funções biológicas do solo.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIAÇÃO DOS FUMICULTORES DO BRASIL – AFUBRA. Distribuição Fundiária. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br>> Acesso em: 20 de dez. de 2010.
- ALVES, M.V.; BARETTA, D. & CARDOSO, E.B.J. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. R. Ci. Agrovet., 5:33-43, 2006.
- AMARAL, E.A.R.; TAGLIARI, P.S. & ZOLDAN, P. A cultura do fumo e o meio ambiente: fumar é prejudicial ao meio ambiente. Junho de 2007. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias>> Acesso em: dia 31 de jul. de 2008.
- ANTONIOLLI, Z.I.; CONCEIÇÃO, P.C.; BÖCK, V.; PORT, O.; DA SILVA, D.M. & DA SILVA, R.F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. Ci. Flor., 16:407-417, 2006.
- BARETTA, D.; FERREIRA, C.S.; SOUZA, J.P. & CARDOSO, E.J.B.N. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. R. Bras. Ci. Solo., 32:2693-2699, 2008. (Número Especial)
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; BERTOL, I.; ALVES, M.V.; MANFOI, A.F. & BARETTA, C.R.D.M. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. R. Ci. Agrovet., 5:108-117, 2006.
- BARETTA, D.; MAFRA, Á.L.; SANTOS, J.C.P.; AMARANTE, C.V.T. & BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. Pesq. Agropec. Bras., 41:1675-1679, 2006.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, Á.L.; WILDNER, L.P. & MIQUELLUTI, D.J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. R. Ci. Agrovet., 2:97-106, 2003.
- BEGON, M.; HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.T. Ecology, individuals, population and communities. 2.ed. Oxford, Blackwell Science, 1990. 945p.
- BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN, K.A. & JANSSENS, F. Checklist of the Collembola of the world. Disponível em: <<http://www.collembola.org>>. Acesso em: 22 nov. de 2008.
- BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável e recursos naturais. In: MARTOS, H.L. & MAIA, N.B., eds. Indicadores ambientais. Sorocaba, 1997. p.143-151.
- CHAUVAT, M.; ZAITSEV, A.S. & WOLTERS, V. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. Oecologia, 137:269-276, 2003.
- COLEMAN, D.C. & HENDRIX, P.F. Invertebrates as webmasters in ecosystems. London, CABI Publishing, 2000. 336p.
- CÓRDOVA, M.; CHAVES, C.L. & MANFREDI-COIMBRA, S. Fauna do solo x vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus* sp. Geoambiente, 12. jan./jun., 2009.
- CORREIA, M.E.F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores de manejo do ecossistema. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 2002. 23p. (Documentos, 157)
- CUTZ-POOL, L.Q.; PALACIOS-VARGAS, J.G.; CASTAÑO-MENESES, G. & GARCÍA-CALDERÓN, N.E. Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, México. Appl. Soil Ecol., 36:46-52, 2007.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., ed. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. v.35. p.3-22.

- GALLO, D.; NAKANO, O.; WIENDEL, F.M.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. & VENDRAMIN, J.D. Manual de entomologia agrícola. São Paulo, Ceres, 1988. 649p.
- GATIBONI, L.C.; COIMBRA, J.L.M.; WILDNER, L.P. & DENARDIN, R.B.N. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da palhada de centeio e aveia preta, em sistema plantio direto. Biotemas, 22:45-53, 2009.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. Part 1. p.383-411.
- GIRACCA, E.M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; ELTZ, F.L.F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E.F. & BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudos, RS. R. Bras. Agroci., 9:257-261, 2003.
- GIRACCA, E.M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; STEFFEN, G.P.K.; SCHIRMER, G.K. & ELTZ, F.L.F. Influência da aplicação de calcário na população da meso e macrofauna do solo sob sistema plantio direto. R. Ci. Agrotec., 32:1794-1801, 2008.
- GUILHOTO, J.J.M.; ICHIHARA, S.M.; SILVEIRA, F.G. & JOAQUIM, C.R.A. Comparação entre o agronegócio familiar do Rio Grande do Sul e o do Brasil. Teoria Evid. Econ., 14:9-36, 2006.
- HU, F.; LI, H.X. & WU, S.M. Differentiation of soil fauna populations in conventional tillage and no-tillage red soil ecosystems. Pedosphere, 7:339-348, 1997.
- IBAÑEZ, J.J.; DE-ALBS, S.; BERMÚDEZ, F.F. & GARCÍA-ÁLVAREZ, A. Pedodiversity: concepts and measures. Catena, 24:215-232, 1995.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção agrícola municipal 2005. Comunicação Social 22 de novembro de 2006. Acessado em 11 de nov de 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidente/noticias/noticia_impressao> Acesso em: 11 de nov. de 2008.
- JANDL, R.; KOPESZKI, H.; BRUCKNER, A. & HAGER, H. Forest soil chemistry and mesofauna 20 years after an amelioration fertilization. Restor. Ecol., 11:239-246, 2003.
- MEURER, E.J. Fundamentos de química do solo. 2.ed. Porto Alegre, Genesis, 2004. 290p.
- MUSSURY, R.M.; SCALON, S.P.Q.; SILVA, S.V. & SOLIGO, V.R. Study of Acari and Collembola populations in four cultivation systems in Dourados – MS. Braz. Arch. Biol. Technol., 45:257-264, 2002.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 422p.
- ODUM, E.P. Ecologia. São Paulo, Pioneira, 1975. 201p.
- ODUM, E.P. Ecología. 3.ed. La Habana, Edición Revolucionaria, 1989. 639p.
- RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S. & PELLEGRINI J.B.R. Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água. Ci. Amb., 27:85-96, 2003.
- ROVEDDER, A.P.M. Potencial do *Lupinus albus* H. et Horn. para recuperação de solos arenizados do Bioma Pampa. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2007. 126p. (Tese de Doutorado)
- ROVEDDER, A.P.M.; ELTZ, F.L.F.; DRESCHER, M.S.; SCHENATO, R.B. & ANTONIOLLI, Z.I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. Ci. Rural, 39:1061-1068, 2009.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Rio Grande do Sul. Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul. Disponível em <http://www.seplars.gov.br/atlas/indice_mapas.asp?menu=331>. Acesso em 26 de nov. de 2009.
- SILVA, R.A. & CARVALHO, G.S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. Ci. Rural, 30:199-203, 2000.
- SILVA, R.F.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. & GUIMARÃES, M.F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. Pesq. Agropec. Bras., 41:697-704, 2006.
- TER BRAAK, C.J.F. & SMILAUER, P. CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4). New York, Microcomputer Power, 1998.
- ZEPPELINI FILHO, D. & BELLINI, B.C. Introdução ao estudo dos Collembola. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 2004. 82p.

