



Faculdade de Agronomia
Eliseu Maciel
Fundada em 1883



Mesofauna edáfica e atividade microbiana em diferentes sistemas de manejo do solo na cultura do tabaco

Edaphic mesofauna and microbial activity in different soil management systems in the culture of tobacco

Jackson Brilhante de São José¹, Gleidson Gimenes Rieff², Enilson Luiz Saccol de Sá³

¹ Mestre em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia – UFRGS.

² Doutorando do PPG Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, CEP: 91501-970. Porto Alegre, Email: gleidson.gimenes@gmail.com.

³ Professor do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia - UFRGS. Av. Bento Gonçalves 7712, CEP: 91501-970. Porto Alegre.

Received: 22 November 2012 / Accepted: 22 November 2013 / Available online: 20 December 2013

RESUMO

A qualidade biológica do solo em áreas sob cultivo de tabaco tem sido motivo de interesse e preocupação. No entanto, poucos são os estudos que monitoram a mesofauna do solo e a atividade microbiana nestas áreas. Tais avaliações são importantes bioindicadores para estimar os impactos dos sistemas de manejo e de culturas sobre a qualidade do solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade dos grupos de colêmbolos e ácaros edáficos, e o potencial uso como bioindicador de qualidade do solo juntamente com avaliações da atividade microbiana nos diferentes sistemas de manejo da cultura do fumo em área de Neossolo Litólico. O estudo foi conduzido em oito áreas sob cultivo de fumo, seis áreas sob cultivo mínimo, duas áreas de cultivo convencional e uma área de mata nativa, considerada como referência. As amostras de solo foram coletadas em duas épocas, antes e depois do cultivo do fumo, sendo retiradas da camada de 0-7,5 cm do solo com o uso de cilindros metálicos (7 cm de diâmetro x 7,5 cm de altura). Para extração e captura dos espécimes utilizou-se o método do Funil de Berlese-Tullgren. Nos mesmos

pontos, também foram coletadas amostras de solo para as avaliações da Respiração Basal (RB) e do Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) na camada de 0 – 20cm. Os resultados observados que os grupos de colêmbolos e ácaros edáficos foram significativamente influenciados pelo sistema de manejo convencional do solo, ocorrendo a diminuição do número de colêmbolos. A maior atividade microbiana foi observada nas amostras de solo da área sob sistemas de cultivo mínimo de fumo, nos dois períodos avaliados. A diversidade dos grupos de ácaros e colêmbolos edáficos é influenciada pelo sistema de cultivo convencional do fumo. Os micro-artrópodes edáficos, ácaros Oribatida e colêmbolos da família Hypogastruridae, afetados pelos sistemas convencionais de cultivo do tabaco e apresentam potencial para serem bioindicadores de qualidade biológica do solo. A respiração basal, o carbono da biomassa microbiana e a atividade enzimática de hidrólise do acetato de fluoresceína são indicadores microbiológicos dos sistemas de manejo do solo da cultura do tabaco.

Palavras-chave: Ácaros, Colêmbolos, Bioindicadores, Qualidade do Solo e Fumo

ABSTRACT

The biological quality of the soil in areas under cultivation of tobacco has been of interest and concern. However, there are only few studies that monitor soil mesofauna and microbial activity in these areas. Such evaluations are important bioindicators for assessing the impacts of tillage systems and crops on soil quality. This study aimed to evaluate the diversity of groups of edaphic mites and springtails, and potential use as a biological indicator of soil quality along with assessments of microbial activity in different management systems of the culture of tobacco. The study was conducted in eight areas under tobacco cultivation, six areas under minimum tillage, two areas of conventional culture and a native forest (considered as a reference). Soil samples were collected in two times, before and after cultivation of tobacco being removed from the 0 – 7.5 cm layer of soil with the use of metal cylinders (7 cm diameter x 7.5 cm height). For extraction and capture of specimens used the method Tullgren-Berlese Funnel. The same points were also collected soil samples for evaluation of basal respiration (BR) and microbial biomass carbon (MBC) in the 0 - 20 cm. The results showed that the groups of edaphic mites and springtails were significantly influenced by tillage systems conventional soil, occurring decrease of Collembolan. The increased microbial activity was observed in the soil samples of the area under minimum tillage cultivation systems tobacco, in both periods. The diversity of the groups of edaphic mites and springtails are influenced by conventional tillage tobacco. The edaphic microarthropods, Oribatida (mites) and family Hypogastruridae (springtails), systems affected by the conventional system of cultivation of tobacco and have potential to be bioindicators of soil biological quality. The basal respiration, microbial biomass carbon and enzyme activity of acetate hydrolysis fluorescein microbiological indicators are influenced by soil management systems of the tobacco crop

Keywords: Mites, Springtails, Bioindicators, Soil Quality and Tobacco

INTRODUÇÃO

O cultivo do tabaco (*Nicotiana tabacum*) é uma prática comum em pequenas propriedades familiares no Sul do Brasil sendo geralmente realizado em áreas de ocorrência de solos pedogeneticamente jovens com relevo acidentado. Também, frequentemente são praticados sistemas de preparo do solo convencionais o que expõe o solo aos efeitos da erosão e que neste contexto, sendo potencializada pela ação das chuvas (Merten e Minella, 2003). As altas quantidades de agroquímicos utilizadas para obtenção de maiores produtividades, prejudicam severamente esses ambientes (Gonçalves, 2003). Dessa forma, o emprego de sistemas de manejo do solo como plantio direto e cultivo mínimo se tornam importantes na redução das perdas de solo e uso de pesticidas (Pellegrini, 2006).

As razões para a utilização desses sistemas de manejo do solo se fundamentam na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos cultivados. Os sistemas de manejo, adubação e calagem e o uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais parecem atuar diretamente sobre a população da fauna edáfica (Giracca et al., 2003). Dentre os componentes da fauna edáfica, a mesofauna do solo desempenha um papel importante no ciclo biogeoquímico, aumentando a mineralização de nutrientes (Seasted e Crossley, 1980; Seasted, 1984) e favorecendo a microflora e a microfauna pela fragmentação da matéria orgânica (Butcher e Snider, 1971). A atividade da microbiota é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, pelo fluxo de energia e ciclagem de nutrientes no solo.

Avaliações da mesofauna edáfica e seu uso como bioindicadores de impactos causados pelos sistemas de manejo do solo têm sido estudados em diversos trabalhos (Pimentel et al., 2008; Santos et al., 2009; Rieff, 2010). No entanto, a

mesofauna edáfica varia muito entre diferentes solos e biomas. O uso dos micro-artrópodes para análises da qualidade do solo é importante e viável desde que sejam adotados critérios de avaliação como: densidade, diversidade e flutuação populacional (Stork e Eggleton, 1992). A atividade enzimática e a biomassa microbiana são importantes parâmetros de monitoramento de alterações ambientais no solo, assim como o estado metabólico das comunidades de microrganismos do solo (Oliveira, 2000). Indicadores são atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (Araújo e Monteiro, 2007), devendo ser precisos e fornecer respostas rápidas e em uma ampla escala de tipos e condições de solo (Brookes, 1995).

O monitoramento da população da mesofauna edáfica e da atividade microbiana podem ser fundamentais para a avaliação das interações biológicas no sistema solo/planta e dos sistemas de manejo do solo. Estes indicadores são eficazes para avaliar as mudanças ambientais da qualidade do solo (Van Straalen, 1998).

Os objetivos deste trabalho foram estudar a diversidade e monitorar a distribuição das famílias de ácaros e colêmbolos edáficos e avaliar os indicadores microbiológicos (respiração basal, carbono da biomassa microbiana e a atividade enzimática) com vistas a se determinar o potencial de uso como bioindicador dos componentes da mesofauna edáfica em áreas de fumo sob diferentes sistemas de manejo e em dois períodos amostrais na microbacia do Arroio Lino em Agudo/RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Área estudada

O estudo foi conduzido em experimento, implantado em 2005, com sistemas de manejo do solo associado à rotação/sucessão de culturas em parcelas de 200 m² em área de cultivo de fumo localizada na microbacia do Arroio Lino, no município de Agudo (29° 38' S e 53°21'O), região

central do Rio Grande do Sul. As parcelas localizavam-se sobre Neossolo Litólico (Embrapa, 2009), altamente pedregoso e pouco profundo, em relevo declivoso, com declividade média de 12 cm m⁻¹. A classificação do clima, segundo Köppen, é Cfb, subtropical úmido com verões quentes, inverno com geadas frequentes e precipitação média anual de 1.500 mm bem distribuída no ano.

Para o estudo dos efeitos dos sistemas de manejo da cultura do fumo sobre a biota do solo, foram estudadas uma área de mata, considerada como área de referência, e 8 áreas sob cultivo de fumo submetidas a diferentes tratamentos com sistemas de manejo de solo e de culturas. Os tratamentos foram: Cultivo Mínimo 1 (CM1): com sucessão de *Crotalaria spectabilis*/Centeio/Fumo; C cultivo Mínimo 2 (CM2): composto por milho+mucuna/centeio/fumo; Cultivo Mínimo 3 (CM3): rotações de cultura de milho/feijão miúdo/centeio/fumo; Cultivo Mínimo 4 (CM4): mucuna/centeio/fumo; Cultivo Mínimo 5 (CM5): feijão de porco/centeio/fumo; Cultivo Mínimo 6 (CM6): com *Crotalaria juncea*/centeio/fumo; Cultivo Convencional 1 (CONV): revolvimento do solo com o cultivo de milho/pousio/fumo e Cultivo Convencional 2 (CONV1): revolvimento do solo com o cultivo de milho/aveia/fumo. Em todas as áreas, com auxílio de um trado, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 10 cm de profundidade que foram encaminhadas para o Laboratório de Análises de solo e água da UFRGS para caracterização química do solo (Tabela 1).

Amostragem de solo para captura da mesofauna do solo

As amostragens do solo foram efetuadas em dois períodos fevereiro e setembro de 2008 (final e início do cultivo do Fumo) sendo coletadas quatro amostras por área, utilizando-se cilindros metálicos com 7,5 cm de altura e 7,0 cm de diâmetro, com um volume total de 288,48 cm³. Os cilindros apresentavam uma das bordas chanfrada para facilitar sua introdução no solo com auxílio

de martelo especial. As amostras foram retiradas de pontos determinados e georreferenciados, espaçados entre si em 10 metros. Também foram coletadas amostras para avaliação da atividade microbiana. Após, os cilindros com as amostras de solo foram envolvidos com filme plástico, colocados em caixas de isopor, e transportados para o Laboratório de Microbiologia da UFRGS onde se procedeu a extração e captura dos ácaros e colêmbolos.

Para a extração dos espécimes das amostras, os cilindros foram colocados em funil Berlese-Tullgren em uma estante metálica equipada com 6 lâmpadas elétricas de 40 Watts e expostos durante sete dias à luz e ao calor produzidos pelas lâmpadas. As amostras foram invertidas (Edwards e Fletcher, 1971), passando a camada superior do

solo para baixo, para facilitar o deslocamento dos espécimes. A potência das lâmpadas foram controladas com um regulador de forma a se obter 40°C (com variação de $\pm 3^\circ\text{C}$) na superfície da amostra de solo. Os espécimes foram coletados em frasco coletor com líquido preservante (70% álcool + 1% glicerol).

Os espécimes foram visualizados em microscópio estereoscópico (aumento de 40 vezes), contados e identificados. Para a classificação das famílias de colêmbolos foram utilizadas literaturas específicas (Hopkin, 1997; Azpiazu et al., 2004; Bellinger et al., 2012). Para a identificação de ácaros foi utilizada uma chave elaborada por (Moraes e Flechtmann, 2008; Krantze Walter, 2009).

Tabela 1. Características químicas das amostras de solos coletadas na profundidade de 0-20 cm

Tratamento	pH (H ₂ O)	SMP	P ----mg L ⁻¹ ---	K	MO (%)	Ca -----cmol _c L ⁻¹ -----	Mg	CTC	Bases -----%-----	Al
CM1 ⁽¹⁾	6,4	6,4	44	283	1,6	39,0	13,2	55,7	95	0
CM2	6,2	6,2	61	>400	2,7	23,1	8,6	36,8	91	0
CM3	6,7	6,6	>100	>400	2,6	27,9	9,5	38,4	94	0
CM4	7,0	6,6	18	299	1,4	30,3	12,3	45,6	95	0
CM5	6,1	6,1	48	295	1,7	34,2	12,0	50,9	92	0
CM6	6,6	6,6	82	>400	2,0	27,0	9,6	40,6	95	0
CONV	5,7	6,3	74	>400	2,2	19,2	7,7	31,8	90	0
CONV1	6,7	6,1	69	>400	2,2	28,2	8,6	41,8	91	0
MATA	6,7	6,8	74	>400	6,7	29,1	6,5	39,3	96	0

(1) CM (1 a 6) = cultivo mínimo, CONV= cultivo convencional, CONV1= cultivo convencional + aveia, MATA= mata nativa

Avaliação da atividade microbiana

A atividade microbiana foi avaliada medindo-se a respiração basal (RB) e a determinação do Carbono da biomassa microbiana (CBM). Estes foram estimados pela quantidade de CO₂ liberado do solo. Para avaliação da Respiração Basal (RB), 100 g de solo das amostras foram colocados em recipientes de vidro de 800 mL com tampas herméticas e, em seguida, ajustou-se a umidade para 75% de sua capacidade de campo. Após, foram colocadas em estufa incubadora à 28°C por

30 dias. Também foram utilizados quatro recipientes sem solo como controle. O CBM foi avaliado empregando-se o método da irradiação/incubação (Ferreira et al., 1999).

Avaliou-se também a atividade de redução do diacetato de fluoresceína (FDA) nas amostras do solo conforme a metodologia de Schuner e Rosswall (1982), que se baseia na quantificação da fluoresceína, formada após a reação de lipases, proteases e esterases com o substrato. Foi utilizada a curva padrão de fluoresceína de zero, 1, 2, 3, 4 e 5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de fluoresceína). A fluoresceína

produzida foi determinada em espectrofotômetro em comprimento de onda de 490 nm.

Análises estatísticas dos dados

Todos os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett Kolmogorov-Smirnof. Os dados foram transformados utilizando-se a expressão $\sqrt{x+1}$ antes da análise, quando a distribuição normal e/ou homogeneidade de dados não foram encontrados. As médias de cada atributo dentro de cada local foram comparadas entre si, utilizando-se o teste de Tukey (0,05) com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Foram mensurados os números totais de indivíduos (abundância), sendo a riqueza de organismos medida pelos índices de diversidade de Shannon e de equitabilidade de Pielou (e). O índice de diversidade de Shannon (H) foi obtido por: $H = -\sum p_i \log p_i$, sendo $p_i = n_i/N$; n_i = densidade de cada grupo; e $N = \sum$ da densidade de todos os grupos, foi utilizado o programa estatístico PAST (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesofauna do solo

Foram coletados 3.730 espécimes, sendo capturados no período de fevereiro 1.757 ácaros e 442 colêmbolos e na coleta de setembro, 1.239 ácaros e 292 colêmbolos. Entre os espécimes da classe Acari foram identificados principalmente indivíduos pertencentes ao grupo dos Oribatida e de outros ácaros e entre os colêmbolos nas famílias de Entomobryidae, Hypogastruridae, Onychiuridae e Poduridae (Tabela 2).

Considerando-se os sistemas de manejo estudados, observou-se que a maior quantidade de ácaros oribatídeos foram observados nas amostras de solo sob sistemas de cultivo mínimo em comparação ao sistema convencional (Tabela 2). Estes resultados mostram que o sistema de manejo influenciou a população destes ácaros.

Provavelmente pode ser pela ausência de cobertura vegetal, já que os ácaros apresentam sensibilidade à luz (Richards, 1974; Primavesi, 1986; Rovedder et al., 2004). Já em solos submetidos ao sistema convencional de cultivo de fumo ocorre uma redução da diversidade e abundância de organismos da mesofauna (Mussury et al., 2002).

Em relação aos colêmbolos, se observou diferença significativa no número médio de organismos entre os sistemas de manejo. Os dados apontam que o sistema de manejo convencional afetou os colêmbolos da família Hypogastruridae (Tabela 2). É possível que a avaliação desta família de colêmbolos possa ser utilizada como indicador da qualidade do solo. Este relação de uso para diagnósticas aparentemente, cobertura vegetal como o cultivo de eucalipto também causa alterações na população de colêmbolos desta família, em comparação com cobertura de campo nativo (Rieff et al. 2010).

Índices ecológicos dos ácaros e colêmbolos

Nos índices de diversidade podemos observar que as amostras dos solos das áreas submetidas aos sistemas convencionais apresentaram menor diversidade e riqueza, nos dois períodos de avaliação, em relação ao observado nas áreas sob sistemas de cultivo mínimo (CM1 a 6) e em relação à área de referência (Tabela 3). Também os maiores valores do índice de Equitabilidade dos grupos da mesofauna do solo foram obtidos nas amostras de solo das áreas sob sistemas de cultivo mínimo e de mata nativa. Embora, os índices de diversidade da biota edáfica sejam relacionados com o teores da matéria orgânica do solo (Poggiani et al., 1996), neste estudo essa relação não foi observada. No entanto, podem estar relacionados à cobertura vegetal do solo, uma vez que as áreas com menos revolvimento no solo e maior cobertura vegetal proporcionam melhores condições para a mesofauna do solo (Silva e Carvalho 2000). Nos resultados podemos ressaltar que os índices ecológicos das populações de

ácaros e colêmbolos edáficos foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo (Tabela3).

Tabela 2. Números médios de ácaros e colêmbolos capturados das amostras de solo das áreas sob diferentes sistemas de manejo do solo nos períodos de fevereiro e setembro/2008

Grupos de Ácaros e Colêmbolos	Tratamentos								
	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CONV	CONV1	MATA
-----Fevereiro de 2008-----									
Ácari: Oribatida	99ab	136a	95ab	60b	125a	130a	36b	50b	101ab
Acari: outros	71abc	81abc	47bc	42c	98ab	109b	206a	220a	55bc
Total de Ácaros	161	217	142	102	223	239	242	270	161
Entomobryidae	24a	16abc	17abc	8bc	21ab	9bc	2c	6c	22ab
Hypogastruridae	7ab	2ab	9ab	8ab	14a	8ab	0b	0b	4ab
Onychiuridae	13ab	21a	7b	22a	19a	19a	4b	6b	22a
Poduridae	11bc	15ab	16ab	22a	18ab	14 abc	5c	12abc	19ab
Total de Colêmbolos	55	54	49	60	72	50	11	24	67
-----Setembro de 2008-----									
Ácari: Oribatida	74ab	81a	57ab	90a	80a	69ab	36c	38c	84a
Acari: outros	67a	59a	64a	68a	69a	69a	95a	54a	85a
Total de Ácaros	141	140	121	158	149	138	131	92	169
Entomobryidae	17ab	17ab	16ab	11abc	14abc	17ab	7bc	4c	23a
Hypogastruridae	4abc	9a	5abc	7ab	6abc	6abc	1bc	0c	9a
Onychiuridae	6a	5a	5a	7a	6a	7a	3a	1a	6a
Poduridae	8ab	11ab	8ab	10ab	8ab	9ab	4ab	1b	13a
Total de Colêmbolos	35	42	34	36	34	39	15	6	51

** Média de seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferenciam entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). **Legenda:** CM1, CM2, CM3, CM4, CM5 e CM6 (Cultivo Mínimo de Fumo); CONV e CONV1 (Manejo Convencional Fumo) e MATA (área de mata nativa usada como referência).

Tabela 3. Índices de ecológicos calculados a partir dos valores médios dos espécimes de ácaros e colêmbolos extraídos das amostras de solo da área de tabaco sob diferentes sistemas de manejo no período de fevereiro e setembro/2008.

Grupos de Ácaros e Colêmbolos	Tratamentos								
	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CONV	CONV1	MATA
-----Fevereiro de 2008-----									
Abundância (A)	216	271	191	162	295	289	253	294	228
Riqueza (S)	6	6	6	6	6	6	5	5	6
Índice de Shannon (H)	1,35	1,24	1,33	1,51	1,38	1,25	0,79	0,87	1,41
Equitabilidade (E)	1,73	1,59	1,70	1,99	1,82	1,64	1,08	1,82	1,24
-----Setembro de 2008-----									
Abundância (A)	176	182	155	194	183	177	146	98	220
Riqueza (S)	6	6	6	6	6	6	6	5	6
Índice de Shannon (H)	1,26	1,29	1,32	1,26	1,25	1,32	0,93	0,92	1,37
Equitabilidade (E)	1,62	1,66	1,69	1,62	1,60	1,69	1,30	1,43	1,77

** Média de seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferenciam entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). **Legenda:** CM1, CM2, CM3, CM4, CM5 e CM6 (Cultivo Mínimo de Fumo); CONV e CONV1 (Manejo Convencional Fumo) e MATA (área de mata nativa usada como referência).

Avaliação da atividade microbiana: Respiração Basal (CO₂)

Os valores de CO₂ liberado pela Respiração basal (RB) das amostras de solo coletadas em Agudo, obtidos após 30 dias de incubação, são apresentados na Figura 1. Os maiores valores da Respiração Basal foram obtidos nas amostras de solo área de MATA e nas amostras de solos submetidos ao cultivo mínimo (CM 1 a 6) não diferiram entre si. No entanto, a respiração basal dos solos sob cultivo mínimo (CM 1 a 6) e MATA foram superiores aos solos cultivados sob os manejos convencionais (CONV e CONV 1).

Observa-se que nas amostras coletadas em setembro, após o cultivo do fumo, os valores de RB são maiores nos solos submetidos aos sistemas

de cultivo mínimo (CM1 a 6) em relação aos submetidos ao sistemas convencionais (CONV e CONV1). Provavelmente isso se deve a maior atividade rizosférica das plantas, que possuem habilidade em exsudar ácidos orgânicos e que poderiam estar estimulando a população microbiana do solo (Bowen e Rovira, 1976; Bowen e Foster, 1978; Whipps, 2001). Aliado ao efeito do revolvimento do solo nos sistemas sob manejo convencional que causa redução da respiração basal à medida que o manejo se intensifica (Vargas e Scholles, 2000). Por essa, ser uma variável sensível, ela vem sendo muito utilizada como indicador em trabalhos de monitoramento da qualidade do solo em sistemas de manejo do solo e rotações de culturas (Mercante, 2001).

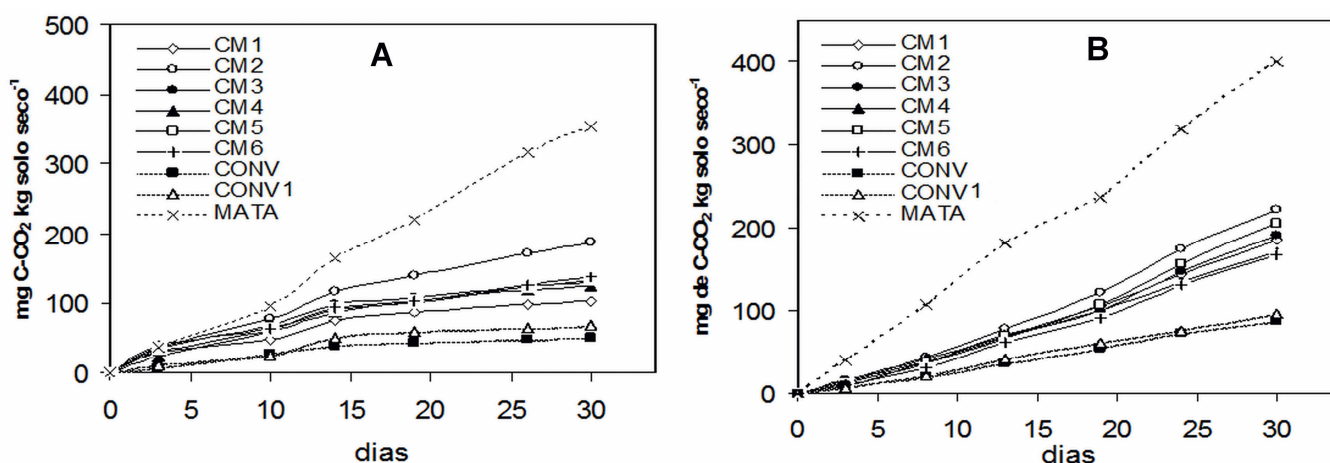


Figura 1. Respiração basal do solo de áreas sob diferentes sistemas de preparo do solo em fevereiro (A) e setembro (B) de 2008, avaliada pela liberação de CO₂ após 30 dias de incubação. Legenda: CM1, CM2, CM3, CM4, CM5 e CM6 (Cultivo Mínimo de Fumo); CONV e CONV1 (Manejo Convencional) e MATA (área de mata nativa usada como referência).

Avaliação da atividade microbiana: Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) e atividade enzimática (FDA)

Verificou-se que o sistema de manejo convencional causou diminuição da atividade microbiana em ambas as épocas de amostragem (Figura 2A). Nas amostras de solos das áreas sob cultivo mínimo 2 (CM2) e sob mata nativa (MATA) observou os maiores valores carbono da biomassa

microbiana em relação às amostras de áreas sob sistemas convencionais (Figura 2A). Isto mostra que o sistema convencional de cultivo de fumo reduz a atividade microbiana do solo. Este fato pode estar relacionado com a matéria orgânica do solo, uma vez que o manejo do solo no sistema convencional envolve baixa manutenção da cobertura vegetal e maior revolvimento do solo (Reganold et al., 2000).

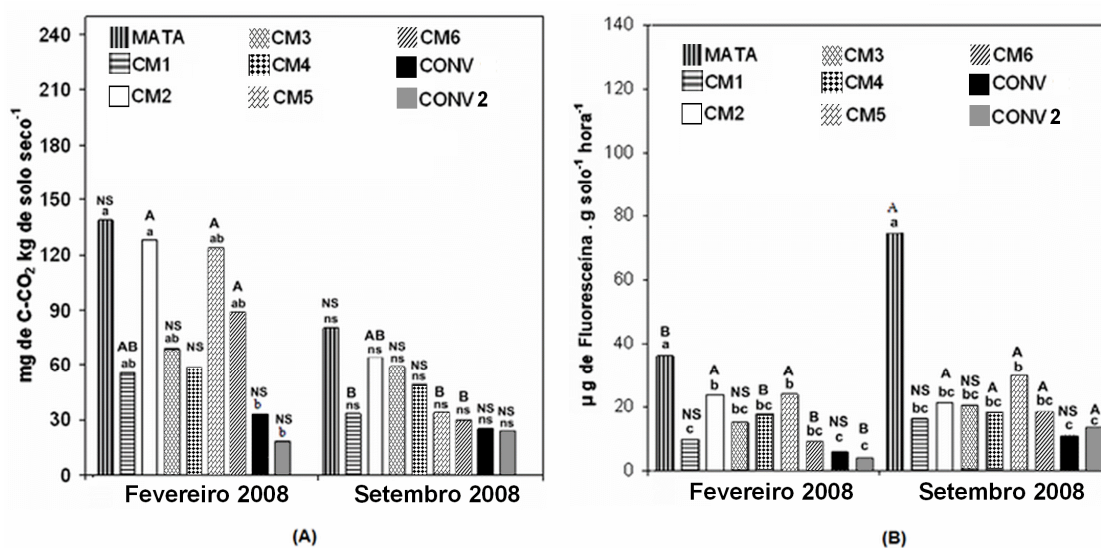


Figura 2. Carbono da biomassa microbiana (A) e Atividade enzimática medida por hidrólise de diacetato de fluoresceína (B) de amostras de solos de áreas de fumo sob diferentes sistemas de manejo avaliados no período de fevereiro e setembro de 2008. Letras minúsculas comparam sistemas de rotação/sucessão de culturas e maiúsculas comparam épocas de coleta pelo teste de Tukey a 5%.

A hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA), os maiores valores foram obtidos nas amostras de solo da área de mata nativa, nas duas épocas de avaliação (Figura 2B). Dentre as amostras de áreas sob cultivo mínimo, apenas o tratamento CM5 apresentou maior atividade de hidrólise de FDA do que os tratamentos sob cultivo convencional (CONV e CONV 1). Os resultados indicam que as áreas sob mata nativa apresentam condições favoráveis à maior atividade microbiana, provavelmente devido à ausência de preparo do solo e maior diversidade florística (Bandick e Dick, 1999).

Os valores da atividade enzimática apresentaram variações nos dois períodos avaliados e exceto no tratamento CM5, onde não verificaram no segundo período (Figura 2B). Considerando-se que as plantas de fumo estavam presentes em todos os tratamentos nesta época de amostragem, não se podem considerar as diferenças como resultado do efeito rizosférico da planta de fumo, mas, possivelmente, estariam ligadas ao efeito causado pelos restos de culturas anteriores. Os resultados das avaliações da atividade microbiana foram influenciados pelos sistemas de manejo, mostrando uma redução dos valores quando em condições de manejo

convencional, o que poderia ser causado por não haver adição de material orgânico como fonte de nutrientes para os micro-organismos, havendo baixa atividade enzimática (Silva et al., 2004). Por outro lado, a ausência ou redução do revolvimento do solo resultam em uma melhoria na atividade biológica do solo (Silva et al., 2006).

CONCLUSÕES

A diversidade dos grupos de ácaros e colêmbolos edáficos é influenciada pelo sistema de cultivo convencional do fumo. Ácaros Oribatida e colêmbolos da família Hypogastruridae apresentam potencial para serem bioindicadores de qualidade biológica do solo sendo afetados pelos sistemas sistema convencionais de cultivo do fumo. Os indicadores microbiológicos, como a respiração basal, carbono da biomassa microbiana do solo e atividade enzimática de hidrólise do diacetato de fluoresceína são influenciados pelos sistemas de manejo do solo da cultura do fumo.

AGRADECIMENTOS

Ao Sinditabaco (Sindicato Interestadual da Indústria do Tabaco) pelo auxílio financeiro

durante todo o período da execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azpiazu MD, Cairo VG, Palacios-Vargas JG e Sánchez MJL (2004) Clave dicotómica para la determinación de los colémbolos de Cuba (Hexapoda: Collembola). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 34:73 – 83.

Araújo ASF e Monteiro RTR (2007) Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Bioscience Journal*, 23:66 - 75.

Bandick AK e Dick RP (1999) Field management effects on soil enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 31:1471-1479.

Behan-Pelletier VM (1999) Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystem and environment*, 74:411-423.

Bellinger PF, Christiansen KA e Janssens F (2012) Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org>. Acessado: 01 de julho de 2012.

Boer CA, Assis RL de, Silva GP, Braz AJBP e Barroso AL de L, Cargnelutti Filho A e et al. (2007) Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1269-1276.

Brookes DC (1995) The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 269-279.

Butcher JW e Snider RJ (1971) Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. *Annual review of entomology*, 16:249-288.

Edwards CA e Fletcher KEA (1971) Comparison of extraction methods for terrestrial arthropods, 150-180. In: Phillipson J(ed.), *Methods of study in quantitative soil ecology: population, production*

and energy flow. *IBP Handbook n° 18*. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 297p.

Embrapa (1999) Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI, 412.

Ferreira AS, Camargo FAO e Vidor C (1999). Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 23 (4): 991-996.

Ferreira DF (2000) Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, p. 66.

Giracca EMN, Antonioli ZI, Eltz FLF, Benedetti E, Lasta E, Venturini S e et al. (2003) Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do arroio Lino, Agudo/RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, 9(3): 257–261.

Gonçalves CS (2003) Qualidade de águas superficiais na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino – Nova Boêmia - Agudo – RS. 2003. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria.

Hammer Ø, Harper DAT e Ryan PD (2001) Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 9, 2001. Disponível em: <http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>.

Hopkin SP (1997) *Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)*. 1st ed. New York: Oxford University Press. 322 p.

Krantz GW e Walter DEA (2009) *Manual of Acarology*. 3ª ed. Lubbock, Texas: Tech University Press, 807 p.

Mercante FM (2001) Biomassa e atividade microbiana: indicadores da qualidade do solo. *Direto Cerrado*, 9-10.

Merten GH e Minella JPG (2003) Projeto de monitoramento ambiental de microbacias hidrográficas – RS-RURAL subprojeto 7. Porto Alegre, IPH-UFRGS, 89p.

Moraes GJ e Flechtmann CHW (2008) Manual de acarologia. Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. 1st ed. Ribeirão Preto: Holos, 288 p.

Mussury RM, Scalon SPQ, Silva SV e Soligo RV (2002) Study of Acari and Collembolas population in four cultivation systems. Dourados, MS. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, 45(3): 257-263.

Pellegrini A (2006) Sistemas de cultivo da cultura do fumo com ênfase às práticas de manejo e conservação do solo. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria. 88p.

Oliveira JRA (2000) O impacto de sistemas integrados de lavouras e pastagens na biomassa-C e na atividade biológica de um Latossolo Vermelho-Escuro de Cerrado. Brasília, Universidade de Brasília, 115p. (Dissertação de Mestrado)

Pimentel MS, Oliveira NG, Costa JR, Almeida DL e De-Polli H (2008) Atributos químicos e microbianos do solo sob diferentes manejos no município de Seropédica/RJ. Revista Brasileira de Agrociência, 14(2):307–317.

Poggiani F, Oliveira RE e Cunha GC (1996). Práticas de ecologia florestal. Documentos florestais, 16:1-44.

Primavesi A (1986) Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais. 9ª ed. São Paulo: NBL Editora, p. 568.

Reganold JP, Glover JD e Andrews PK (2000) Systematic method for rating soil quality of

conventional, organic and integrated apple orchards in Washington State. Agricultural Ecosystem Environmental, 80:29-45.

Richards BN (1974) Introduction to the soil ecosystem. Longman Group Limited. New York, p.266.

Rieff GG, Machado RG, Stroschein MRD e Sá, ELS (2010) Diversidade de famílias de ácaros e colêmbolos edáficos em cultivo de eucalipto e áreas nativas. Revista Brasileira de Agrociência, 16(1):57–61.

Rieff GG (2010) Monitoramento de ácaros e colêmbolos como potenciais indicadores biológicos de qualidade do solo. 2010. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

Rovedder AP, Antonioli ZI, Spagnollo E e Venturini SF (2004) Fauna edáfica em solo susceptível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. Revista de Ciências Agroveterinárias, 3(2):87-96.

Santos DC, Castilhos DD, Pauletto E A., Fernandes FF, Pinto LFS e Castilhos RMV (2009) Biomassa e atividade microbiana em solo construído após mineração de carvão e submetido a diferentes coberturas. Revista Brasileira de Agrociência. 14(3-4):135-146.

Schuner J e Rosswall T (1982) Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. Applied and Environmental Microbiology, 43:1256-1261.

Seasted TR e Crossley DA (1980) Effects of microarthropods on the seasonal dynamics of nutrients in forest litter. Soil Biology Biochemistry, 12:337-342.

Seasted TR (1984) The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes.

Annual review of entomology, 29:25-46.

SiepelH (1996) The importance of unpredictable and shortterm environmental extremes for biodivresity in oribatid mites. BiodiversityLetters, 3:26-34.

Silva M, Siqueira ER e Costa JLS (2004) Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbiológica de um solo submetido a reflorestamento. Ciência Rural, 34 (5): 1493-1496.

Silva RA e Carvalho GS (2000) Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas de solo. Ciência Rural, 30 (2):199-203.

Silva RF, Aquino AM, Mercante FM e Guimaraes MF (2006) Populações de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) em um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de uso de solo. Ciência Rural, 36:673-677.

Tousignant S e Coderre D (1992) Niche partitioning by soil mites in a recent hardwood plantation in Southern Quebec, Canada. Pedobiologia, 36:287-294.

Van StraalenNM (1998) Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. Applied Soil Ecology, 9:429-437.

Vargas LK e SchollesD (2000) Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 24(1): 35-42.

Walker D (1989) Diversity and stability. In: Edwards CA, ed. Ecological concepts. Oxford, Blackwell Scientific Public, 115-146.

Whipps JM (2001) Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany.52:487-511.