

ATRIBUTOS QUÍMICOS E MICROBIANOS DO SOLO SOB DIFERENTES MANEJOS NO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA, RJ

CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ATTRIBUTES OF SOIL UNDER DIFFERENT MANagements IN SEROPÉDICA, RIO DE JANEIRO STATE

Márcio Sampaio Pimentel; Nelson Geraldo Oliveira; Janaína Ribeiro Costa; Dejair Lopes de Almeida; Helvécio De-Polli.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi monitorar os atributos químicos e microbianos de um Argissolo vermelho-amarelo no município de Seropédica-RJ, submetido a um consórcio orgânico de alface e cenoura, com doses crescentes de composto orgânico (0, 12, 24, 48 t.ha⁻¹), e comparar aos solos sob pastagem e sob fragmento de floresta secundária do entorno. Os atributos utilizados foram carbono lábil de solo extraído com 0,5M K₂SO₄ com ou sem fumigação prévia com clorofórmio, biomassa microbiana do solo, respiração basal do solo, quociente microbiano, quociente metabólico, carbono orgânico total e carbono lábil extraído em água a 100°C em autoclave. As coletas de solo foram simultâneas e realizadas entre os meses de abril a julho de 2000, na profundidade de 0-10 cm e aos 1, 6, 57 e 101 dias após plantio (DAP). A análise de componentes principais permitiu uma visualização conjunta das variáveis que mais influenciaram o solo nos diferentes ambientes. O solo sob a dose 48 t.ha⁻¹ de composto orgânico foi o ambiente que apresentou a maior disponibilidade dos teores de carbono lábil de solo fumigado e da biomassa microbiana do solo aos 1, 6 e 57 DAP, que decaíram fortemente aos 101 DAP, e o solo sob floresta apresentou a maior disponibilidade do carbono lábil de solo autoclavado durante as coletas, enquanto o solo sob pastagem foi o ambiente com os menores valores das variáveis em estudo, em particular carbono lábil de solo fumigado, biomassa microbiana do solo e carbono lábil em solo autoclavado.

Palavras-chave: indicadores do solo, análise multivariada, composto orgânico.

ABSTRACT

This work aimed to monitor some chemical and microbiological attributes of a Red Yellow Podzolic soil in Seropédica city, Rio de Janeiro State. Soil conditions were: intercropped organic system of lettuce (*Lactuca sativa*) and carrot (*Daucus carota*) fertilized with different levels of organic compost (0, 12, 24 and 48 t.ha⁻¹), compared to nearby soil area from pasture and fragment of secondary forest. The monitored attributes were labile soil carbon extracted with 0,5M K₂SO₄, with or without previous fumigation with chloroform, soil microbial biomass, soil basal respiration, microbial quotient, metabolic quotient, total organic carbon and labile carbon extracted in autoclave at 100°C. Soil samplings were conducted between April and June of 2000, at depth of 0-10 cm, at 1, 6, 57 and 101 days after planting (DAP). The principal components analysis permitted to visualize the variables that influenced most the soil characteristics under different condition. Labile carbon of fumigated soil and soil microbial biomass presented the highest availability in soil under dose of 48 t.ha⁻¹ of organic compost during 1, 6 and 57 DAP, that decreased at 101 DAP, labile carbon in autoclave showed highest availability in soil from forest, while soil from pasture was the soil environment which presented the lowest values of labile carbon from fumigated soil, soil microbial biomass and labile carbon from autoclaved soil.

Key words: soil index, multivariate analysis, organic compost.

(Recebido para Publicação em 18/04/2007, Aprovado em 29/04/2008)

INTRODUÇÃO

As práticas agrícolas alteram as características físicas, químicas e biológicas do solo, influenciando as diversas populações da comunidade microbiana (Pereira et al., 2000). Em um ambiente tão complexo, onde fatores químicos e físicos interagem continuamente, é necessário compreender melhor as relações existentes entre si. Essas modificações refletem-se na composição, atividade e quantidade de biomassa da comunidade microbiana, uma vez que a permanência de uma determinada população no ecossistema fica condicionada à sua habilidade de adaptação e da resposta a essas mudanças (Kirchner et al., 1993; Pereira et al., 1996).

Na agricultura moderna é importante dispor de atributos que funcionem como aferidores da qualidade do solo. Segundo Holloway & Stork (1991), um bioindicador deve mostrar rapidez e resposta acurada a perturbações; refletir aspectos de funcionamento de ecossistemas; ser prontamente e economicamente acessível e ser universalmente distribuído, além de mostrar especificidade para uso em modelos espaciais ou temporais no ambiente.

A biomassa microbiana, definida como a parte viva da matéria orgânica do solo, onde se excluem raízes e animais do solo maiores do que $5 \times 10^3 \text{ m}^3$, contribui com 2 a 5% do carbono orgânico do solo (Jenkinson & Ladd, 1981), além de ser importante reservatório de nutrientes às plantas (De-Polli & Guerra, 1996). A atividade deste compartimento pode ser medida de diferentes formas, sendo a respiração microbiana a mais utilizada. A qualidade nutricional da matéria orgânica também pode ser estudada a partir da relação entre o carbono microbiano e carbono orgânico do solo (quociente microbiano) e da eficiência da biomassa microbiana em utilizar o substrato orgânico (quociente metabólico). Já o carbono lábil é um componente ativo da matéria orgânica do solo que possui alta correlação com a biomassa microbiana (GHANI et al., 2003; SPARLING et al., 1998).

Indicadores microbianos, tais como biomassa microbiana do solo, respiração basal do solo, relação carbono microbiano: carbono orgânico ou quociente microbiano, podem revelar alterações na qualidade e na propriedade biológica do solo (Bauhus et al., 1998) sendo úteis para avaliar a conservação do solo, devendo-se, contudo, utilizá-los em conjunto com os atributos químicos do

solo para ampliar a interpretação (MONTEIRO & GAMA-RODRIGUES, 2004).

O solo, portanto, deve ser visto como parte integrante de funções específicas no ecossistema, onde a fração biológica é dinâmica e facilmente afetada pelo manejo agrícola (Kimpe & Warkentin, 1998). Neste sentido, a análise multivariada pode ser útil na detecção de diferenças e no estudo das variações de caracteres quantitativos (Cavalcanti & Lopes, 1993). A análise de componentes principais permite que atributos biológicos possam ser mais facilmente detectados e interpretados (Blackith & Reyment, 1971; Reis, 1988), possibilitando a verificação da capacidade discriminatória de variáveis originais no processo de formação dos agrupamentos e permitindo a interpretação dos resultados traduzidos pelo valor da correlação entre os atributos (Curi et al., 1992). A viabilidade de uma análise de componentes principais pode ser verificada pela quantidade de informação das variáveis originais retidas pelos três primeiros componentes principais (porcentagem da explicação total das variáveis acumulada pelos três primeiros componentes).

O presente trabalho teve como objetivo monitorar as variáveis: carbono lábil de solo não fumigado, carbono lábil de solo fumigado, biomassa microbiana do solo, respiração basal do solo, quociente microbiano, quociente metabólico, carbono orgânico e carbono lábil em solo autoclavado em área cultivada e, concomitantemente, balizá-las com dois ambientes de referência local (pasto e floresta secundária) pouco antropizados disponíveis na fazenda agroecológica e inferir sobre o padrão de ordenação entre as variáveis químicas e microbianas nos ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica - Fazendinha Agroecológica do km 47) no município de Seropédica Estado do Rio de Janeiro, em um Argissolo vermelho-amarelo (Embrapa, 1999). Amostras de solo foram obtidas de áreas de consórcio de alface (*Lactuca sativa* cv. Regina 71) e cenoura (*Daucus carota* cv. Brasília) e em ambientes de referência local disponíveis dentro do SIPA: solos de pastagem e fragmento de floresta secundária do entorno.

A região está situada a 22°46' de latitude sul e 43°41' de longitude oeste, com altitude de 33m. De acordo com a

classificação climática de Köppen, o clima é AW, caracterizado por chuvas no verão e estiagem no inverno. A precipitação média é de 1275 mm e temperatura média anual de 23,5°C, com média máxima de 29,3°C e mínima de 19,2°C. As temperaturas mais elevadas se distribuem entre os meses de janeiro e fevereiro, enquanto a média mensal mais baixa ocorre no mês de julho.

O histórico de uso dos ambientes em análise encontra-se no Quadro 1. O solo da gleba utilizada para o consórcio alface e cenoura foi caracterizado como levemente ácido; com teores altos de P, K e Mg e médio de Ca (DE-POLLI et al, 1988), conforme Quadro 2, tendo sido mantido

permanentemente sob manejo orgânico desde 1993. Durante o consórcio, as práticas de manejo implantadas foram à coleta manual de plantas invasoras e a adubação com composto orgânico em parcelas medindo 2m². O delineamento do experimento foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos (0, 12, 24, 48 t.ha⁻¹ de composto orgânico) e cinco repetições. O solo sob pastagem foi caracterizado como ácido; com teores médios de P, K e Mg e baixo de Ca. O solo sob floresta foi caracterizado como muito ácido; com teores altos de P, K e Mg e médio de Ca (Almeida et al, 1988) (Quadro 3).

Quadro 1. Caracterização dos ambientes estudados em Argissolo Vermelho-amarelo no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), em Seropédica-RJ.

Ambiente	Código	Caracterização			
		1 dap	6 dap	57 dap	
0 t.ha ⁻¹	0P	0S	0T	0Q	Solo de consórcio de alface-cenoura preparado com auxílio de enxada-rotativa; adubado com composto orgânico (0, 12, 24 e 48 t.ha ⁻¹) aplicado em cobertura e no dia da semeadura das sementes de cenoura e transplântio das mudas de alface.
12 t.ha ⁻¹	12P	12S	12T	12Q	
24 t.ha ⁻¹	24P	24S	24T	24Q	
48 t.ha ⁻¹	48P	48S	48T	48Q	
Pastagem	PP	PS	PT	PQ	Solo sob pastagem coberta por <i>Digitaria</i> sp. em terreno ondulado submetida a pastejo rotacionado.
Floresta	FP	FS	FT	FQ	Solo de fragmento de vegetação secundária predominante de floresta perenifólia em relevo declivoso.

Dap = dias após plantio.

Quadro 2. Caracterização química e física do Argissolo vermelho-amarelo nos ambientes no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica), em Seropédica-RJ*.

Ambiente	pH	C	N	P	K	Ca	Mg	Al	Argila	Areia	Silte
	água	g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			%		
Consórcio	5,5	10,5	1,03	38,4	176	3,35	1,54	0,0	18,6	69,6	11,8
Pastagem	5,0	6,8	0,52	19,0	37	1,40	0,80	0,1	5,0	92,0	3,0
Floresta	4,3	13,0	1,35	28,0	74	3,60	2,70	1,1	15,0	71,0	14,0

* Resultado obtido antes da realização do experimento.

Quadro 3. Caracterização química do composto orgânico utilizado no consórcio de alface e cenoura em um Argissolo vermelho-amarelo situado no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica) em Seropédica-RJ.

pH	C	N	P	K	Ca	Mg	Umidade
água				gkg ⁻¹			%
6,7	264	23,9	4,5	7,0	47,5	7,8	43

As amostragens de solo foram realizadas, simultaneamente, durante o período de abril a julho de 2000 nos seis ambientes em estudo (pastagem, fragmento de floresta secundária e consórcio de alface-cenoura submetido a doses crescentes de composto orgânico) e orientadas a seguir o tempo previsto de duração do consórcio. Ao todo foram realizadas quatro coletas, aos 1, 6, 57 e 101 dias após plantio (DAP), sendo cada amostra composta, constituída por seis amostras simples na profundidade de 0-10 cm, destorroadas e homogêneas para pesagem, tendo sido as análises microbiológicas realizadas imediatamente após a coleta.

A análise granulométrica foi realizada após dispersão da amostra com solução de NaOH e agitação rápida a 6000 rpm por 15 minutos. Nos ambientes estudados, a composição granulométrica indicou (NASCIMENTO, 1995) que solos de consórcio e de floresta possuíam classe textural franco-arenoso, enquanto solo sob pastagem classe textural arenosa. O carbono orgânico total foi determinado por oxidação a quente com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal (WALKLEY & BLACK, 1934).

Os indicadores carbono lábil de solo não fumigado e carbono lábil de solo fumigado foram aqueles utilizados para a estimativa da biomassa microbiana do solo, e seguiram a metodologia de fumigação-extração proposto por VANCE et al (1987). O procedimento foi realizado conforme De-Polli & Guerra (1999) utilizando-se relação solo:extrator de 1:2,5 e fator de correção 0,33 (TATE et al., 1988). A fumigação foi efetuada pela adição direta de 1 mL de clorofórmio livre de etanol sobre cada amostra de 20g de solo em frascos de 100 mL mantidos fechados e no escuro por 24 horas e depois abertos em capela de exaustão por uma hora para a perda do clorofórmio (BROOKES et al., 1982; WITT et al., 2000). Foram retiradas 6 subamostras de cada parcela (três para fumigação e três mantidas sem fumigação) de 20 g de solo (base úmida), que receberam 50 mL de K₂SO₄ 0,5 mol.L⁻¹, sendo agitadas por 30 minutos e posterior decantação por mais 30 minutos; filtradas em papel filtração média para retirada da alíquota de 8 mL do extrato; adicionado 2 mL de K₂Cr₂O₇ 0,066 mol.L⁻¹; 10 mL de H₂SO₄ PA e 1 mL de

H₃PO₄; resfriadas; completadas com água destilada e tituladas com sulfato ferroso amoniacal 0,038N.

A avaliação da respiração microbiana consistiu na incubação de três subamostras de 50g de solo (base úmida) por cinco dias em recipientes, de 3 L, com fechamento hermético, onde foram acomodados em seu interior frascos contendo 10 mL NaOH 1 N, para captação do CO₂ respirado. Após esse período, as amostras de NaOH receberam 2 mL de BaCl 10% para precipitação do carbonato, sendo seu excesso titulado com HCl 0,5N (Stotzky, 1965). O quociente microbiano é a razão $BMS.C_{org}^{-1}$ expressa em percentagem e o quociente metabólico a razão entre $RBS.C-BMS^{-1}$ expressa em $mg C-CO_2 g Cmic.h^{-1}$.

O carbono lábil extraível por autoclave foi obtido a partir de 2g da amostra da terra fina seca ao ar (TFSA) em 20mL de água em frascos de 100mL cobertos com folha de alumínio e autoclavados a 100°C por uma hora, tendo sido o carbono quantificado pelo método colorimétrico desenvolvido por Bartlett & Ross (1988) que usa o permanganato de potássio como agente oxidante.

A análise estatística foi realizada utilizando a análise de componentes principais (ACP), com o programa CANOCO versão 4.5. A ACP possibilita verificar a capacidade discriminatória das variáveis originais no processo de formação dos agrupamentos (Curi et al., 1992). Adotaram-se os dois primeiros componentes principais (Y_1 e Y_2) para a explicação da análise e as variáveis com correlações acima de 0,90 com maior disponibilidade ou contribuição, apresentando maior influência sobre os ambientes. As variáveis do solo estudadas (carbono de solo não fumigado

(CL_{nf}), carbono lábil de solo fumigado (CL_f), biomassa microbiana do solo (BMS), respiração basal do solo (RBS), quociente microbiano (qMic), quociente metabólico (qCO₂), carbono orgânico (C_{org}) e carbono lábil em autoclave (CL_{ac})) foram analisadas em conjunto com os seis ambientes (solo sob quatro doses crescentes de composto orgânico; solo de pasto e solo sob floresta) e em quatro épocas de coleta (1, 6, 57 e 101 DAP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo sob a dose 48 t.ha⁻¹ de composto orgânico foi o ambiente que apresentou a maior disponibilidade dos teores de CL_f e da BMS aos 1, 6 e 57 DAP, decaindo aos 101 DAP, e o solo sob floresta apresentou a maior disponibilidade do CL_{ac} durante todas as coletas (Quadro 4). Por outro lado, o solo sob pastagem foi o ambiente com menor disponibilidade das variáveis em estudo, em particular CL_f, BMS e CL_{ac} durante todas as coletas realizadas.

Este resultado mostra que o solo submetido a maior dose de composto orgânico (48 t.ha⁻¹) foi o ambiente mais favorável a BMS e ao CL_f, em razão do maior conteúdo de carbono prontamente disponível do solo em sua forma orgânica. Tanto para a BMS quanto para o CL_f, a melhoria da qualidade química do solo a partir da utilização do composto orgânico (rico em C, nutrientes, água) (Quadro 3) pode tê-los favorecido, o que sugere que os microrganismos do solo são influenciados pelo teor de carbono presente no solo nas formas facilmente assimiláveis. De acordo com ZOU et al (2005) o carbono lábil é a fração do carbono orgânico do solo com o turnover mais rápido e que sua oxidação regula o fluxo de CO₂ entre solo e atmosfera.

Quadro 4. Valores médios de carbono lábil de solo fumigado, carbono lábil de solo não fumigado, biomassa microbiana do solo, respiração basal do solo, carbono orgânico, carbono lábil, quociente microbiano (variáveis originais) e quociente metabólico utilizados para a análise de componentes principais nos seis ambientes monitorados (0, 12, 24 e 48 t.ha⁻¹ de composto orgânico, pastagem e floresta), ao longo das coletas (1, 6, 57 e 101 DAP).

Ambiente	CL _f	CL _{nf}	BMS	RBS	C _{org}	CL _{ac}	qMic	qCO ₂
		µgC.g ⁻¹ solo		µgC-CO ₂ .g solo. h ⁻¹	g.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	%	mg C-CO ₂ g Cmic.h ⁻¹
1DAP								
0 t.ha ⁻¹	101,0	50,4	153,1	2,3	11,0	745,7	1,4	15,4
12 t.ha ⁻¹	151,4	66,3	257,9	3,3	13,0	623,4	2,0	12,8
24 t.ha ⁻¹	169,1	82,2	263,5	3,2	14,0	734,0	1,9	13,9
48 t.ha ⁻¹	310,6	122,1	571,2	3,5	18,0	725,5	3,3	6,3
Pastagem	86,3	32,4	163,1	2,2	7,0	547,9	2,4	13,0
Floresta	171,4	62,2	330,8	0,3	14,0	1329,8	2,3	0,3
6DAP								
0 t.ha ⁻¹	106,9	63,6	131,1	1,9	12,0	692,6	1,1	15,6
12 t.ha ⁻¹	160,7	80,7	242,4	2,9	15,0	623,4	1,6	11,9
24 t.ha ⁻¹	199,3	86,3	342,5	2,9	16,0	792,6	2,2	9,6
48 t.ha ⁻¹	306,4	116,7	574,7	4,5	20,0	651,1	2,9	7,9
Pastagem	92,5	54,4	115,7	1,9	7,0	563,8	1,5	13,1
Floresta	178,3	118,7	180,5	1,3	18,0	1340,4	1,1	4,2
57DAP								
0 t.ha ⁻¹	103,4	60,3	130,7	1,8	11,0	606,4	1,3	17,1
12 t.ha ⁻¹	147,1	68,7	237,6	1,7	13,0	589,4	1,9	7,7
24 t.ha ⁻¹	200,7	79,4	367,5	2,4	14,0	631,9	2,6	6,8
48 t.ha ⁻¹	273,2	98,5	529,2	2,5	18,0	605,3	3,0	4,6
Pastagem	68,5	33,1	107,3	1,3	7,0	622,3	1,5	11,9
Floresta	138,9	96,8	127,5	0,3	18,0	1186,2	0,7	2,8
101 DAP								
0 t.ha ⁻¹	88,2	45,4	129,8	1,1	10,0	670,2	1,3	8,3
12 t.ha ⁻¹	108,0	56,7	155,6	1,3	12,0	630,9	1,3	8,4
24 t.ha ⁻¹	123,7	59,2	195,6	1,5	12,0	686,2	1,6	7,8
48 t.ha ⁻¹	166,8	74,9	278,6	2,0	15,0	662,8	1,9	7,1
Pastagem	79,4	36,4	130,3	2,6	7,0	627,7	2,1	21,0
Floresta	113,4	69,2	134,2	0,8	13,0	1404,3	1,1	4,2

Na Figura 1, nota-se que o primeiro eixo, referente ao componente Y₁, separou os ambientes 48P, 48S, 48T, 48Q

(48 t.ha⁻¹), 24P, 24S, 24T (24 t.ha⁻¹), 12P, 12S (12 t.ha⁻¹) e FP, FS dos ambientes 0P, 0S, 0T, 0Q (0 t.ha⁻¹), 12T, 12Q

(12 t.ha⁻¹), 24Q (24 t.ha⁻¹), PP, PS, PT, PQ, FT e FQ. As variáveis que mais contribuíram para esta separação foram CL_f e BMS, pois apresentaram os mais elevados valores de coeficientes de correlações com Y₁, respectivamente 0,99 e 0,97 (Quadro 5), resultado reforçado pela Figura 1. Verificou-se que, com a elevação das doses de composto orgânico, maiores eram os valores de BMS, mesmo resultado observado por FERNANDES et al. (2004) com a utilização de doses crescentes de lodo de esgoto.

Deste modo, do Quadro 5 e da Figura 1, pode-se concluir que os ambientes com maior valor de Y₁, ou seja, os ambientes 48P, 48S, 48T, correspondente às doses 48 t.ha⁻¹ de composto orgânico aos 1, 6 e 57 DAP, possuíam os maiores teores de CL_f e da BMS. Menores valores destas variáveis foram encontrados nos ambientes PP, PS, PT e PQ correspondente ao pasto, em todas as coletas realizadas, e no ambiente 0Q (Quadro 5).

Quadro 5. Coeficientes de correlação linear entre as variáveis originais (carbono lábil de solo não fumigado, carbono lábil de solo fumigado, biomassa microbiana do solo, respiração basal do solo, carbono orgânico, carbono lábil e quociente microbiano) e os dois primeiros componentes principais (Y₁ e Y₂).

Variáveis originais	Y ₁	Y ₂
Carbono lábil de solo não fumigado (CL _{nf})	0,833	0,006
Carbono lábil de solo fumigado (CL _f)	0,990	0,128
Biomassa microbiana do solo (BMS)	0,965	-0,064
Respiração basal do solo (RBS)	0,490	-0,807
Carbono orgânico (C _{org})	0,830	0,274
Carbono lábil em autoclave (CL _{ac})	0,040	0,744
Quociente microbiano (qMic)	0,744	-0,283
Quociente metabólico (qCO ₂)	-0,363	-0,819

Os resultados obtidos para o ambiente solo sob pastagem eram esperados, uma vez que, de acordo com sua sua caracterização apresentou baixo conteúdo de argila, cerca de terça parte, e em torno da metade dos teores de N-total e C_{org} quando comparado às médias do solo sob floresta e de consórcio (Quadro 3). Esses resultados são corroborados pelas afirmações de SMITH & PAUL (1990) que concluíram que a BMS é influenciado pelo teor de argila do solo, que aumenta a adsorção de compostos orgânicos e nutrientes, favorecendo os microrganismos, e de MONTEIRO & GAMA-RODRIGUES (2004) que afirmam que a BMS é altamente correlacionado aos teores de N-total e C_{org}. Estas constatações permitem inferir, que o o solo sob pastagem,

apresenta-se mal manejado.

Resultados similares para BMS no ambiente de solo com 0 t.ha⁻¹ de composto orgânico, que sofreu práticas de revolvimento do solo para seu preparo e não recebeu composto orgânico, foram encontrados por D'ANDREA et al. (2002), que estudando indicadores biológicos como aferidores da qualidade do solo em diferentes ambientes, observaram redução significativa dos valores de biomassa microbiana em solo submetido ao manejo convencional, quando comparado ao solo de cerrado nativo e pastagem, que neste último caso, segundo os autores, foi estimulado pela elevado efeito rizosférico de *Brachiaria decumbens*.

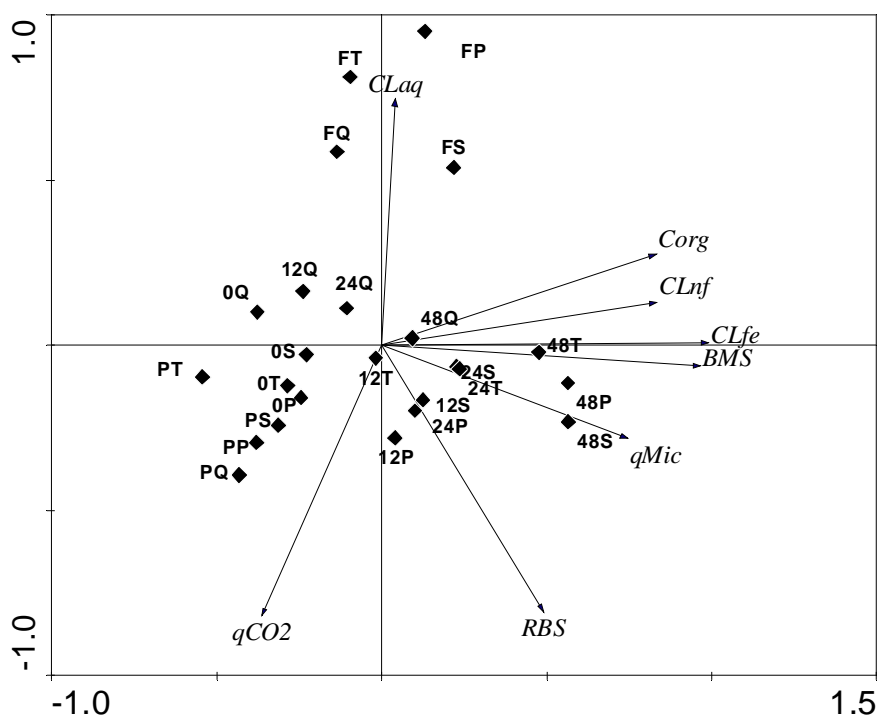


FIGURA 1. Análise de componentes principais do carbono lábil do solo não fumigado (CL_{nf}), carbono lábil de solo fumigado (CL_{fe}), biomassa microbiana do solo (BMS); respiração basal do solo (RBS); quociente microbiano (q_{Mic}), quociente metabólico (q_{CO_2}), carbono orgânico (C_{org}) e carbono lábil (CL_{aq}) em diferentes ambientes e épocas a saber: P = 1 DAP; S = 6 DAP; T = 57 DAP; Q = 101 DAP, nas doses 0, 12, 24 e 48 $t \cdot ha^{-1}$ de composto orgânico.

Em relação às variáveis CL_{nf} , C_{org} e q_{Mic} em Y_1 , os resultados indicam que apesar de não terem apresentado as maiores correlações (Quadro 4), ainda assim as mesmas foram altas (0,83; 0,83 e 0,74, respectivamente). Notou-se um comportamento diferenciado entre essas variáveis, uma vez que CL_{nf} e C_{org} situam-se no quadrante superior e q_{Mic} no quadrante inferior, revelando uma distribuição parcial das variáveis entre os ambientes e respectivas coletas, quando CL_{nf} e C_{org} sugerem sofrer interferência pelo solo sob floresta (FP e FS), enquanto o q_{Mic} pelos ambientes 12P, 12S, 24P, 24S, 24T, 48P, 48S, 48T.

Resultados similares foram obtidos por JIA et al. (2005) estudando a influência do manejo sobre os nutrientes do solo e a biomassa microbiana, quando observaram que o q_{Mic} foi maior em solos adubados do que em pousio em diferentes estágios, sugerindo que práticas de manejo apropriadas como rotação de culturas com adubação podem melhorar e

manter a fertilidade do solo.

As variáveis que mais contribuíram para os valores de Y_2 foram a RBS, o q_{CO_2} e o CL_{ac} com coeficiente de correlação de 0,82, 0,81 e 0,74, respectivamente. Pela Figura 1 pode-se observar que os ambientes que mais interferiram sobre estes atributos foram FP, FS, FT e FQ. CONG et al. (2005), avaliando a resposta da atividade microbiana do solo orgânico, convencional em conversão durante dois anos de experimentação, observaram que sistemas em conversão e sistema orgânico apresentaram RBS maior que em solos sob manejo convencional, o que segundo os autores, foi em decorrência da maior entrada de carbono nos sistemas anteriores, estimulando a atividade da biomassa microbiana. Já COSTANTINI et al. (2006), comparando sistemas de plantio direto e de preparo reduzido do solo, observaram que no último caso, a RBS foi maior do que em solo sob plantio direto, indicando que as práticas de manejo do solo, por menor que sejam, estimulam a RBS.

Os ambientes FP, FS, FT e FQ, correspondendo ao solo sob floresta em todas as coletas, apresentaram maior teor de CL_{ac} do que os outros ambientes. O maior conteúdo de CL_{ac} no ambiente solo sob floresta durante as coletas realizadas, pode indicar que a presença de materiais de decomposição mais lenta, existentes na serapilheira da floresta em comparação aos demais ambientes, atuam mais fortemente sobre os atributos edáficos, conforme BEZERRA (2002) observou avaliando o carbono lábil do solo sob cobertura viva de leguminosas herbáceas perenes e GHANI et al. (2003) estudando a mesma variável, como aferidor de impactos causados pela ação da adubação, do pastejo e do cultivo, observando que em solos sob vegetação nativa, os teores de carbono lábil foram maiores que em solo sob pastejo e cultivo. Contrariamente, ZHANG et al. (2006) estudando o impacto do manejo do solo sobre a distribuição de frações de carbono lábil na profundidade de 0-20 cm, observaram que solo úmidos coberto por *Deyeuxia angustifolia* (Casca d'anta) apresentou maior teor de carbono lábil do que solo sob floresta.

CONCLUSÕES

1. O solo sob a dose 48 t.ha^{-1} de composto orgânico foi o ambiente que apresentou a maior disponibilidade dos teores de carbono lábil de solo fumigado e da biomassa microbiana do solo aos 1, 6 e 57 DAP.
2. O solo florestal apresentou a maior disponibilidade do carbono lábil em autoclave durante as coletas.
3. O solo sob pastagem foi o ambiente com menores valores dos atributos em estudo, em particular carbono lábil de solo fumigado, biomassa microbiana do solo e carbono lábil em autoclave em todas as coletas realizadas em razão de características edáficas, notadamente, o menor conteúdo de argila.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Agrobiologia, pelo apoio laboratorial, logístico e pessoal; ao curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRuralRJ. A CAPES, FAPERJ e CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

BARTLETT, R. J.; ROSS, D. S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. **Soil Science Society**

of America Journal, Madison, v.52, n.4, p.1191-1192, 1988.

BAUHUS, J.; PARÉ, D.; COTÉ, L. Effects of tree species, stand age and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.30, n.8, p.1077-1089, 1998.

BEZERRA, F.E.A. **Avaliação da atividade celulolítica e da biomassa microbiana do solo sob cobertura viva de leguminosas herbáceas perenes**. Seropédica, 2002. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

BLACKITH, R.E.; REYMENT, R.A. 1971. **Multivariate morphometrics**. London, Academic Press, 412p.

BROOKES, P.C.; POWLSON, D.S., JENKINSON, D.S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.14, n.3, p.319-329, 1982.

CAVALCANTI, M.J.; LOPES, P.R.D. Análise morfométrica multivariada de cinco espécies de Serranidae (Teleostei, Perciformes). **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.15, n.1, p.53-64, 1993.

CONG, TU, FRANK, J.L.; CREAMER, N.G.; MUELLER, J.P.; BROWNIE, C.; FAGER, K.; BELL, M.; SHUIJIN, H. Responses of soil microbial biomass and N availability to transition strategies from conventional to organic farming systems. **Agriculture Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v.113, n.1-4, p.206-215, 2006.

CONSTANTINI, A.; DE-POLLI, H.; GALARZA, C.; ROSSIELO, R.P.; ROMANIUK, R. Total and mineralisable soil carbon as affected by tillage in the Argentinean Pampas. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.88, n 1-2, p.274-278, 2006.

CURI, P.R.; TERADA, L.; BECKERS, P.J.; ALVES, A. Análise multivariada da influência *per capita* de nutrientes em 44 países. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.8, p. 1123-1128, 1992.

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.26, n.4, p.913-923, 2002.

DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; SOBRINHO, N.M.B.A.; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Rio de

Janeiro: UFRRJ, 1988. 179 p.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. Biomassa microbiana: Perspectiva para o seu uso e manejo do solo. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F.; eds. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, p.551-563, 1996.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O., (Ed) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Editora Gênese, cap. 17, p.389-411, 1999.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 1999. 370p.

FERNANDES, S.A.P.; BETTIOL, W.; CERRI, C.C. Effect of sewage sludge on microbial biomass, basal respiration, metabolic quotient and soil enzymatic activity. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.30, n.1, p.65-77, 2004.

GHANI, A.; DEXTER, M.; PERROTT, K.W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.35, n.9, p.1231-1243, 2003.

HOLLOWAY, J.D.; STORK, N.E. The dimensions of biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact. In: Hawksworth, D.L. (ed.) **The biodiversity of micro-organisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture**. C.A.B. International, Wellington, UK, 302 p. 1991.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In: Paul, E.A.; Ladd, J.N., eds. **Soil Biochemistry**, New York, Marcel Dekker, v.5, p.415-471, 1981.

JIA, G.M.; CAO, J.; WANG, G. Influence of land management on soil nutrients and microbial biomass in the central Loess Plateau, northwest China. **Land degradation & Development**, Sussex, v.16, n.5, p.455-462, 2005.

KIMPE, C.R.; WARKENTIN, B.P. Soil functions and the future of natural resources. In BLUME, H.P.; EGER, H.; FLEISHHAUER, E.; HEBEL, A.; REIJ, C.; STEINER, K.G., eds. Towards sustainable land use – Furthering cooperation between people and institutions. **Advances Geocology**, v.31, p.3-10, 1998.

KIRCHNER, M.J.; WOLLUM, A.G.; KING, L.D. Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.57, n.5, p.1289-1295, 1993.

MONTEIRO, M.T.; GAMA-RODRIGUES, E.F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 28, n.5, p.819-826, 2004.

NASCIMENTO, R.A.M. Manual de fundamentos da ciência do solo. Editora Universidade Rural. Coleção Universidade Rural. Série Ciências Agrárias. 112 p. 1995.

PEREIRA, J.C.; NEVES, M.C.P.; GAVA, C.A.T. Efeito do cultivo da soja na dinâmica da população bacteriana, em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1183-1190, 2000.

PEREIRA, J.C.; NEVES, M.C.P.; DROZDOWICZ, A. **Quantificações das populações de bactérias em geral, de bactérias resistentes a antibióticos e de actinomicetos em solos**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1996. 20p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 26).

REIS, S.F. dos. Morfometria e estatística multivariada em biologia evolutiva. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v.5, n.4, p.571-580, 1988.

SMITH, J.L.; PAUL, E.A. The significance of soil microbial biomass estimations. In: BOLLAG, J.M.; STOTZKY, G. Eds. **Soil Biochemistry**, New York, v.6, 1990. p.357-396.

SPARLING, G.; VOJVODIC-VUKOVIC, M.; SCHIPPER, L.A. Hot-water-soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: the relationship with microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.30, n.10, p.1469-1472, 1998.

STOTZKY, G. **Microbial respiration**. In: Black, C.A.; Evans, D.D.; Ensnunger, L.E.; Vaute, J.L.; Clark, F.E., eds. Methods of soil analysis. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part 2, p. 1550-1572. (Agronomy, 9)

TATE, K.R.; ROSS, D.J.; FELTHAM, C.W. A direct extraction method to estimate soil microbial carbon. Effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.20, n.3, p.329-335, 1988.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C.

Soil Biology & Biochemistry, Elmsford, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Baltimore, v.37, n.1, p.29-38, 1934.

WITT, C., GAUNT, J.L., GALICIA, C.C., OTTOW, J.C.G., NEUE, H.U. A rapid chloroform-fumigation extraction method for measuring soil microbial biomass carbon and nitrogen in flooded rice soils. **Biology, Fertility & Soils**, [S.l.], v.30, n.5-6, p.510-519, 2000.

ZHANG, J.B.; SONG, C.C.; YANG, W.Y. Land use effects on the distribution of labile organic carbon fractions through soil profiles. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.70, n.2, p.660-667, 2006.

ZOU, X.M.; RUAN, H.H.; F, Y., YANG, X.D.; SHA, L.Q. Estimating soil labile organic carbon and potential turnover rates using a sequential fumigation–incubation procedure. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.37, n.10, p.1923-1928, 2005.