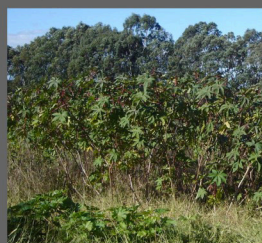
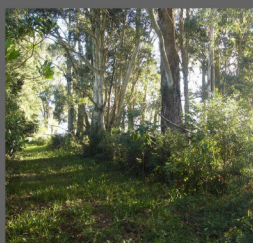
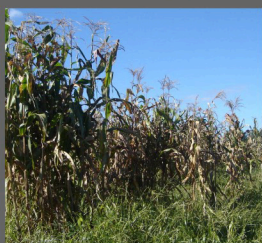


Carbono e atividade da biomassa microbiana de um argissolo sob plantio direto de milho e de mamona





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1981-5980

Dezembro, 2008

versão
ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 66

Carbono e atividade da
biomassa microbiana de um
Argissolo sob plantio direto
de milho e de mamona

Daiane Carvalho dos Santos
Clenio Nailto Pillon
Loren Caroline Czermainski Gonçalves
Cláudia Liane Rodrigues de Lima
Sergio Delmar dos Anjos e Silva

Pelotas, RS
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro
Arte da capa: Miguel Ângelo (estagiário)

1a edição
1a impressão (2008): 50 exemplares

Todos os direitos reservados
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CARBONO E ATIVIDADE DA BIOMASSA MICROBIANA DE UM ARGISSOLO
SOB PLANTIO DIRETO DE MILHO E DE MAMONA / Daiane Carvalho
dos Santos... [et al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.
21 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e
Desenvolvimento, 66).

ISSN 1678-2518

Biologia do solo - Qualidade do solo - Nitrogênio do solo - Quociente
metabólico. I. Santos, Daiane Carvalho dos . II. Série.

CDD 631.46

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão.....	13
Conclusões	17
Referências	18

Carbono e atividade da biomassa microbiana de um Argissolo sob plantio direto de milho e de mamona

*Daiane Carvalho dos Santos
Clenio Nailto Pillon
Loren Caroline Czermainski Gonçalves
Cláudia Liane Rodrigues de Lima
Sergio Delmar dos Anjos e Silva*

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do sistema de plantio direto de milho e de mamona sobre o carbono orgânico total, nitrogênio total, relação C/N, carbono da biomassa microbiana, respiração basal e o quociente metabólico de um Argissolo Vermelho Amarelo. As áreas escolhidas para coleta de solo foram: cultivo de milho e cultivo de mamona, ambos sob plantio direto com tempo de implantação de aproximadamente dois anos e um sistema natural, adotado como referência para comparação dos resultados. Foram abertas três trincheiras em

¹ *Bióloga, doutoranda Universidade Federal de Pelotas, Pós Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, Campus Universitário, s/nº, Cx. Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS. (santos.daianec@gmail.com)*

² *Eng. Agrôn., Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS. (pillon@cpact.embrapa.br)*

³ *Estudante Química Ambiental Universidade Católica de Pelotas, Rua Félix da Cunha, 412 - 96010-000, Pelotas, RS. (loren.czer@hotmail.com)*

⁴ *Eng. Agríc., FAPEG/Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS. (clrlima@yahoo.com.br)*

⁵ *Eng. Agrôn., Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS. (sergio@cpact.embrapa.br)*

cada área e coletadas amostras com estrutura alterada nas camadas de 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,30 m. Observaram - se diferenças nos teores de carbono orgânico total e de nitrogênio total foram observadas na camada de 0,10 a 0,20 m, comparativamente ao sistema natural. Os sistemas de uso do solo sob milho e mamona apresentaram redução nos valores de carbono da biomassa microbiana até 0,20 m. Os maiores valores de quociente metabólico foram verificados nos sistemas de uso com mamona e milho até 0,10 m.

Termos para indexação: qualidade do solo, biologia do solo, nitrogênio do solo, quociente metabólico.

Carbon and microbial biomass activity of an Acrisol under no tillage of corn and castor bean crops

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of no tillage of corn and of castor oil under the total organic carbon and nitrogen, relationship C/N, microbial biomass carbon, basal respiration and metabolic quotient of an Acrisol. The chosen areas for soil sampling had under been corn and castor bean no tillage for approximately two years and a natural system, which was adopted as reference for comparison. In three locates in each area were collected samples with structure altered in the soil layers (0.00 – 0.05; 0.05 – 0.10; 0.10 – 0.20 and 0.20 – 0.30 m). It was concluded that differences of total organic carbon and nitrogen they were observed in the 0.10 to 0.20 m depth comparatively to the natural system, the systems with corn and castor oil plant presented reduction in the values of microbial biomass carbon to 0.20 m. The higher values of metabolic quotient were verified in the no-tillage castor bean and corn crop system up to 0.10 m.

Index terms: soil quality, soil biology, soil nitrogen, metabolic quotient.

Introdução

Diversas espécies oleaginosas apresentam potencial como fonte de matéria-prima para a produção de biocombustível. O Brasil atualmente apresenta uma área de aproximadamente 160 mil hectares cultivada com mamona (*Ricinus communis*), sendo o terceiro maior exportador de óleo de mamona, participando com cerca de 12% do mercado mundial (SLUSZZ e MACHADO, 2006). A oleaginosa é considerada a principal fonte para a produção de biocombustível, por ser de fácil cultivo, de baixo custo e por apresentar resistência à seca (PORTAL DO BIODIESEL, 2007). Além das vantagens econômicas, a produção de biodiesel em larga escala é um importante instrumento de diversificação da matriz produtiva e de geração de renda no meio rural. Adicionalmente, o Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de milho (*Zea mays L.*), com uma produção correspondente a 5,9% (ATLAS SÓCIO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2007). O milho é amplamente utilizado na alimentação humana e animal e também apresenta potencial para uso como matéria-prima para a produção de etanol.

No entanto, sob uso agrícola, a utilização intensiva do solo, com sistemas de cultivos inadequados, tem contribuído para degradação das características químicas, físicas e biológicas. Em sistemas convencionais de manejo, devido ao revolvimento no preparo do solo ocorre a incorporação de resíduos vegetais, tornando disponível a decomposição microbiana. No sistema plantio direto (SPD), a deposição superficial dos resíduos vegetais e a não incorporação desses ao solo contribuem para diminuição das perdas de matéria orgânica (MOS) por erosão e mineralização microbiológica (AMADO et al., 2002). Esses fatores propiciam aumento nos teores de carbono orgânico

total (COT), da capacidade de troca de cátions (CTC) e de nutrientes no solo, especialmente de nitrogênio total (NT) (CORAZZA et al., 1999). Nas últimas décadas o SPD vem sendo aplicado em maior escala em decorrência de razões ambientais e da preservação da qualidade do solo.

Dentre as principais funções da MOS podemos destacar o seu papel como fonte primária de nutriente às plantas, influenciando a infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994). Contribuindo, também, na estruturação, ciclagem dos nutrientes e complexação de metais do solo. É possível através do SPD reestabelecer o conteúdo da MOS, quando este solo passou por alterações em suas propriedades.

A biomassa microbiana é considerada a parte viva da MOS e inclui bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna. Constitui a parte da fração ativa da MOS, contendo, em média, de 2% a 5% de COT (JENKINSON & LADD, 1981) e de 1% a 5% do NT do solo (SMITH e PAUL, 1990).

A quantidade de biomassa microbiana encontrada no solo está relacionada à quantidade de carbono recebida, permitindo aferir o acúmulo ou perda de COT em função do manejo praticado. Quanto maior o valor de carbono da biomassa microbiana (CBM), maior será a reserva de COT do solo, o que expressa menor potencial de decomposição da MOS (GAMA-RODRIGUES et al., 1997; GAMA-RODRIGUES, 1999).

O interesse em estimar o carbono incorporado na biomassa microbiana (CBM) tem sido crescente, principalmente, pelo fato de permitir avaliações de modificações no solo muito antes de ser possível detectar alterações físico-químicas (POWLSON et al., 1987).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do sistema plantio direto de milho e de mamona sobre os teores de carbono orgânico total, de nitrogênio total, a relação C/N, o carbono incorporado pela biomassa microbiana, a respiração basal

microbiana e o quociente metabólico de um Argissolo Vermelho Amarelo.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. O clima característico é do tipo Cfa – segundo a classificação de Köppen.

O solo utilizado é um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico abruptico (SANTOS et al., 2006), de textura superficial franco arenosa (areia: 632,37 g kg⁻¹; silte: 209,38 g kg⁻¹ e argila: 158,25 g kg⁻¹), apresentando um relevo moderadamente ondulado. As áreas escolhidas para coleta de solo foram: (i) cultivo de milho (Figura 1a) e (ii) cultivo de mamona (Figura 1b), ambos sob plantio direto com tempo de implantação de aproximadamente dois anos e (iii) um sistema natural adotado como referência para comparação dos resultados (Figura 1c).

Fotos: C.L.R. Lima



Figura 1. Áreas utilizadas para coleta de solo, compreendendo o cultivo de: (a) milho, (b) mamona e (c) um sistema natural.

As coletas de solo ocorreram em junho de 2007. Foram abertas três trincheiras em cada área e coletadas amostras com estrutura física alterada nas camadas de 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,30 m, totalizando 36 amostras.

Para a determinação de COT e NT, o solo foi seco ao ar por aproximadamente 72 horas e peneirado em malha de diâmetro de 8,00 mm. Após o peneiramento, as amostras foram maceradas em gral de porcelana para as determinações de COT e NT pela oxidação a seco em um analisador elemental FLASH EA 1112 HT, sendo os resultados expressos pela relação massa/volume, por meio da correção pela densidade do solo.

A relação COT/NT foi obtida pela razão entre o COT (g dm^{-3}) e o NT (g dm^{-3}).

As amostras destinadas às análises microbiológicas foram passadas em peneiras de malha 8 mm e mantidas em câmara fria (4°C) até o momento da realização das análises.

A biomassa microbiana do solo foi determinada pelo método descrito por Vance et al. (1987), porém usando-se forno de microondas por dois minutos para eliminar os microrganismos (FERREIRA et al, 1999) e, posteriormente seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Para quantificação final do CBM, utilizou-se a seguinte equação:

$$CBM = \frac{C_i - C_{ni}}{K_c}$$

Onde:

CBM = Carbono da biomassa microbiana do solo (mg kg^{-1});

C_i = Carbono da amostra irradiada (mg kg^{-1});

C_{ni} = Carbono da amostra não irradiada (mg kg^{-1});

K_c = 0,33 fator de correção proposto por Sparling e West (1988).

A respiração basal do solo foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO_2) liberado no processo de respiração microbiana durante um período de incubação de 84 dias, conforme metodologia proposta por Stotzky (1965). O quociente metabólico foi calculado pela razão entre a respiração basal e o CBM (PIRT, 1975; ANDERSON & DOMSCH, 1978).

Os resultados obtidos foram comparados pelo teste t, que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de COT e de NT, da relação C/N, de CBM e de qCO_2 . As concentrações de COT e de NT diferiram significativamente entre os sistemas de uso do solo somente na camada de 0,10 - 0,20 m. O CBM apresentou diferenças significativas em todas as camadas amostradas. O qCO_2 apresentou diferenças até 0,10 m.

Mesmo não sendo verificadas diferenças significativas na camada 0,00 – 0,05 m, o sistema natural (SN) apresentou maiores concentrações de COT e NT. Considerando os valores absolutos, o SN apresentou 45% do total da concentração de COT em relação aos sistemas de uso do solo sob milho (MI) e mamona (MA), concordando com Neves et al. (2004), que relatam que as maiores concentrações de COT em superfície decorrem da adição de resíduos vegetais da parte aérea na camada superficial do solo, sendo o mínimo revolvimento determinante para este acúmulo. No entanto, os sistemas com o cultivo de milho e mamona podem ter sido afetados pelo tipo de uso, pois, baseado em Corazza et al. (1999) a substituição da vegetação nativa por culturas anuais reduzem a concentração de COT, em decorrência do revolvimento, pela ruptura dos agregados e pela exposição da MOS, favorecendo a decomposição microbiana do solo. Bayer & Mielniczuk (1997)

constataram que as taxas de perda de MOS são influenciadas, principalmente, pelo preparo, devido à influência que este apresenta sobre a temperatura, umidade e aeração, ruptura dos agregados, grau de fracionamento e incorporação dos resíduos culturais e cobertura do solo.

Tabela 1. Concentração de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), relação C/N, carbono da biomassa microbiana (CBM), e quociente metabólico (qCO_2) de um Argissolo Vermelho Amarelo sob sistemas de uso e camadas.

Sistemas de uso	COT	NT	C/N	CBM	qCO_2	
	-----gdm ⁻³ -----			--mg kg ⁻¹ --	----x10 ⁻³ ----	
		0,00 - 0,05 m				
MA	16,68 a	1,53 a	10,91	75,45 b	4,1 a	
MI	15,61 a	1,44 a	10,87	104,80 b	2,6 b	
SN	26,38 a	2,10 a	12,39	322,77 a	1,0 c	
CV (%)	10,54	11,00		5,55	11,69	
		0,05 - 0,10 m				
MA	15,70 a	1,46 a	10,70	73,76 c	2,9 a	
MI	14,84 a	1,37 a	10,75	103,34 b	2,4 a	
SN	14,95 a	1,45 a	10,32	164,92 a	1,1 b	
CV (%)	21,32	19,57		16,34	20,33	
		0,10 - 0,20 m				
MA	11,24 ab	1,05 a	10,66	56,48 b	3,5 a	
MI	12,15 a	1,17 a	10,37	43,93 b	4,4 a	
SN	9,28 b	0,91 b	10,17	94,13 a	1,7 a	
CV (%)	26,17	23,02		3,71	4,25	
		0,20 - 0,30 m				
MA	13,58 a	1,28 a	10,56	65,24 ab	2,7 a	
MI	14,32 a	1,36 a	10,55	37,88 b	6,9 a	
SN	13,19 a	1,24 a	10,57	75,76 a	2,9 a	
CV (%)	14,24	12,14		35,64	63,28	

SN = Sistema natural; MI = milho sob plantio direto; MA = mamona sob plantio direto.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula dentro de cada camada não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%.

O teor de carbono incorporado pela biomassa (CBM) foi maior no sistema natural (SN), principalmente nas camadas de 0,00 – 0,20 m (Tabela 1). Este resultado se deve ao maior aporte de material orgânico em superfície, confirmado pela maior concentração de COT principalmente na camada de 0,00 a 0,05 m, possivelmente, pelo fato do solo permanecer coberto, com menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade, o que proporciona melhores condições de desenvolvimento da microbiota. Moreira e Siqueira (2002) relataram que em solos com vegetação nativa, ocorrem teores mais elevados de argila e que o cultivo mínimo proporciona maiores valores de CBM. Vargas e Scholles (2000) afirmam que a biomassa microbiana é estimulada pela maior disponibilidade de COT na superfície, estando de acordo com os valores obtidos de concentração de COT deste estudo.

De modo geral, verificaram-se decréscimos significativos nos valores de CBM nos sistemas MI e MA, quando comparados ao SN. Mercante et al. (2004) constataram que a conversão de um sistema natural em áreas agrícolas implica em redução acentuada nos teores de COT devido ao preparo do solo, sendo estas alterações afetadas especialmente pela intensidade de revolvimento e pela cobertura do solo.

Considerando os valores médios de CBM, verificou-se que o SN apresentou 64,17% do total de CBM em relação aos sistemas MI e MA. Deve-se salientar que valores mais elevados de CBM implicam em maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, em menores perdas de nutrientes no sistema solo-planta (MERCANTE et al.; 2004).

As taxas de respiração específicas (quociente metabólico- qCO_2), que representam as quantidades de C- CO_2 liberadas por unidade de biomassa microbiana em determinado tempo, apresentaram diferenças significativas até 0,10 m de profundidade. O SN apresentou qCO_2 inferior aos demais sistemas de uso, mostrando-se mais eficiente em acumular carbono. A menor taxa de respiração por unidade de C

microbiano ocorre freqüente em sistemas com menor ação antrópica (VICENZI et al., 2002).

Segundo Sakamoto e Obo (1994), a medida que determinada biomassa se torna mais eficiente na utilização dos recursos do ecossistema menos carbono é perdido como CO_2 pela respiração e maior proporção de carbono é incorporada aos tecidos microbianos. Assim, uma biomassa “eficiente” ($<q\text{CO}_2$) tem menor taxa de respiração em relação a uma biomassa “ineficiente” ($>q\text{CO}_2$). Um baixo quociente metabólico indica economia na utilização de energia e, supostamente, reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio. Ao contrário, valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio. Em um sistema natural, o balanço entre as adições e perdas de carbono leva a um equilíbrio dinâmico, cujo balanço entre entradas e saídas é alterado em áreas agrícolas, geralmente resultando em decréscimo do conteúdo de MOS.

O elevado coeficiente de variação ($\text{CV} = 63,28\%$) observado para as determinações do quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) na camada de 0,20 – 0,30 m foram possivelmente, a causa da ausência de significância entre os sistemas de uso. Santos et al. (2004) encontraram CV de 45,55% e 48,23%, respectivamente, nas camadas 0,00 – 0,05 m e 0,05 – 0,10 m em um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo para produção de arroz irrigado.

A taxa de respiração basal dos microrganismos decresceu com a profundidade do solo, exceção feita para a camada 0,20 a 0,30 m no sistema MI (Figura 1). Na camada de 0,00 a 0,05 m, o SN e a MA mostraram-se, de modo geral, semelhantes quanto à taxa de respiração basal, sendo mais elevados que o sistema MI. Porém o SN e a MA apresentaram valores de $q\text{CO}_2$ inferiores aos observados no sistema MI, mostrando que esses sistemas apresentam-se mais eficientes em acumular carbono nos tecido microbianos, pois menos carbono está sendo perdido como CO_2 . Valores mais elevados de respiração basal implicam em maior atividade biológica, que está diretamente relacionada

com a maior disponibilidade de C e/ou da biomassa microbiana do solo (MERCANTE et al., 2004).

Semelhantes taxas de respiração basal foram observadas na camada de 0,10 a 0,20 m e na camada 0,05 a 0,10 m até os 42 dias de incubação. Na camada de 0,20 a 0,30 m o sistema MI manteve – se superior durante o período de incubação.

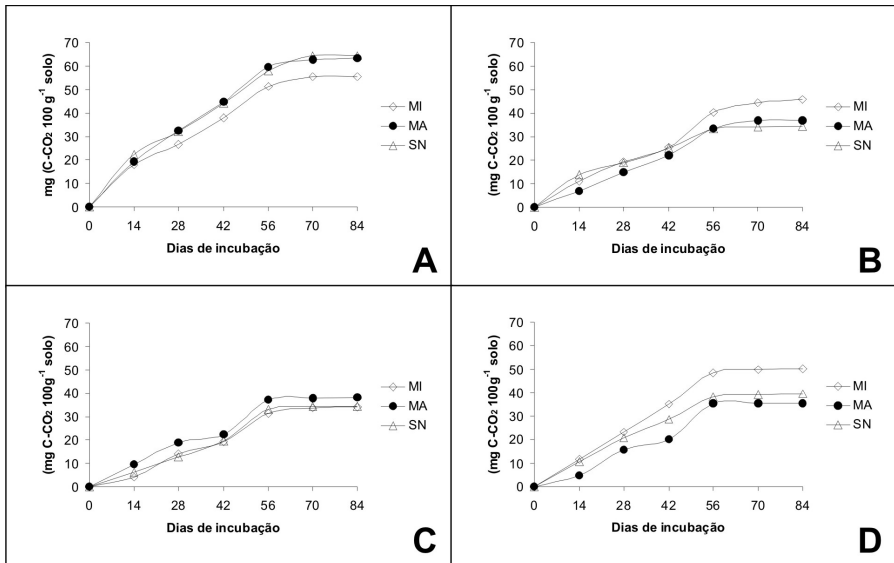


Figura 1. Liberação acumulada de C-CO₂, de um Argissolo sob plantio direto de milho e de mamona e um sistema natural nas camadas (a) 0,00 – 0,05; (b) 0,05 – 0,10; (c) 0,10 – 0,20 e (d) 0,20 – 0,30 m.

Conclusões

Diferenças de carbono orgânico total e de nitrogênio total foram observadas na camada de 0,10 a 0,20 m. Comparativamente ao sistema natural, os sistemas de uso do solo sob milho e mamona apresentaram redução nos valores de carbono da biomassa microbiana até 0,20 m. Os maiores valores de quociente metabólico foram verificados nos sistemas de uso com mamona e milho até 0,10 m.

Referências

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.

ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 10, p. 215-221, 1978.

ATLAS SÓCIO ECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2007. Agricultura: Milho Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/ATLAS/atlas.asp?menu=265>>. Acesso em: 14 out. 2007.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, p. 105-112, 1997.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 23, p. 425-432, 1999.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 23, p. 991-996, 1999.

GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS N. F. Biomassa microbiana de Carbono e Nitrogênio de solos sob diferentes coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, n. 3 p. 361-365, 1997.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A. O. Fundamentos

da matéria orgânica do solo, ecossistemas Tropicais & Subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. Cap. 11, p. 227 - 243.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M.; ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Canadian Journal of Soil Science, Guelph, p. 367-375, 1994.

JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. Soil Biochemistry. New York, v. 5, p. 415-471, 1981.

MERCANTE, F.M., FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z.; SILVA, W.M. Parâmetros microbiológicos como indicadores de qualidade do solo sob sistemas integrados de produção agropecuária. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 27 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 20).

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras, Editora da UFLA, 2002, 626p.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agropastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, p. 1038-1046, 2004.

PIRT, S.J. Principles of microbe and Cell cultivation. Oxford: Blackwell, 1975. 274 p.

PORTAL DO BIODIESEL 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/oleaginosas.htm>>. Acesso em 14 out. 2007.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTESEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provide an early indication of changes in total soil organic matter due to straw

incorporation. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 19, p. 159-164, 1987.

SAKAMOTO, K.; OBO, Y. Effects of fungal to bacterial ratio on the relationship between CO₂ evolution and total soil microbial biomass. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, v. 17, p. 39-44, 1994.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SILVA, D.G.; Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.10, n.3, p. 333-338, 2004.

SISTEMA brasileiro de classificação dos solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SLUSZZ, T. MACHADO, J.A.D. 2006. Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. Disponível em: <<http://www.nipeunicamp.org.br/agrener2006/index2.htm>> Acesso em: 14 out. 2007.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. The significance of soil microbial biomass estimations. *Soil Biochemistry*. New York, v. 6, p.357-393, 1990.

SPARLING, G.P.; WEST, A.W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: Calibration In situ using microbial respiration and ¹⁴C labeled cells. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 20, n. 3, p. 337-343, 1988.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: SPARKS, D.L. *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965, v. 2, n. 1, p. 1551-1572.

TEDESCO, M.J.; BASSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre:

Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. Na extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

VARGAS, L.K. SCHOLLES, D. 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*, Campinas, v. 24, p. 35-42, 2000.

VICENZI, M.; CASTILHOS, D.D.; FACHINELLO, J.C.; et al. Biomassa e atividade microbiana em sistemas de produção integrada (PI) e convencional (PC) na cultura do pêssego. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 25, 2002. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 2002. 1 CD-ROM.

Embrapa

Clima Temperado

