

## Potencial de mineralização da matéria orgânica em Argissolo sob diferentes sistemas de preparo e de culturas <sup>(1)</sup>.

**Bruna Raquel Winck**<sup>(2)</sup>; **Ana Cristina Ludtke**<sup>(2)</sup>; **Leonardo Capeleto Andrade**<sup>(2)</sup>; **Enilson Luiz Saccol de Sá**<sup>(3)</sup>; **Cimélio Bayer**<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Programa de pós graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

<sup>(2)</sup> Estudante; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; bruna.wink@yahoo.com.br; krisludtke@yahoo.com.br; eng.capeleto@gmail.com; <sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, Rio Grande do Sul; enilson.sa@ufrgs.br; cimelio.bayer@ufrgs.br

**RESUMO:** A mineralização da matéria orgânica é um indicador sensível ao manejo do solo e tem forte relação com vários atributos microbiológicos do solo. O estudo visou determinar a mineralização da matéria orgânica e os atributos microbiológicos em Argissolo Vermelho sob diferentes preparos de solo e sistemas de culturas. Determinou-se a evolução de CO<sub>2</sub> em 73 dias de incubação e a biomassa e atividade da biomassa microbiana do solo. O experimento consiste de três preparos de solo (convencional, reduzido e direto) com três sistemas de culturas, delineados em blocos ao acaso. Observou-se que a mineralização da matéria orgânica foi superior no preparo reduzido e plantio direto, por possuírem maiores teores de matéria orgânica no solo, bem como maior biomassa e atividade microbiana que atua na mineralização dos compostos orgânicos. Conclui-se que os sistemas sob plantio direto e com maior aporte de material orgânico apresentam maior mineralização da matéria orgânica do solo.

**Termos de indexação:** microrganismos heterotróficos; bioindicadores; carbono orgânico.

### INTRODUÇÃO

A mineralização da matéria orgânica do solo (MOS) é um atributo sensível a alterações do preparo do solo e dos sistemas de culturas (Diekow et al., 2005). Isso porque a mineralização da MOS é resultado de diversos processos biológicos, tais como a fragmentação dos resíduos pela fauna edáfica e a conversão de C orgânico em CO<sub>2</sub> e biomassa microbiana (Franzluebbbers et al., 2001). Assim, alterações no habitat edáfico pelo sistema de manejo afeta diretamente a biota do solo, o que por sua vez afeta a mineralização da MOS (Franzluebbbers et al., 2001; Haney & Franzluebbbers, 2009).

A MOS é a principal fonte de C, nutriente e energia para os organismos edáficos e o processo de mineralização é fundamental para a liberação destes nutrientes para estes organismos. Assim, é importante entender qual a dinâmica da mineralização da MOS em sistemas de produção agrícola, uma vez que estes apresentam diferentes

quantidade e qualidade de MOS (Vargas & Scholles, 2000; Castellazzi et al., 2004).

A hipótese deste estudo é que sistemas que aportem maiores teores de matéria orgânica no solo associado a resíduos de maior qualidade nutricional, como o de leguminosas, possuem maior mineralização de CO<sub>2</sub> por aumentarem o tamanho e atividade da população de microrganismos heterotróficos do solo.

O objetivo foi determinar a mineralização da MOS pela evolução de CO<sub>2</sub> de diferentes sistemas de preparo e de culturas bem como a biomassa microbiana e indicadores relacionados, visando analisar a sensibilidade da comunidade microbiana do solo em relação às modificações do habitat edáfico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com amostras de solos coletadas em um experimento de longa duração, em execução desde 1985, na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, em Eldorado do Sul (RS).

O clima local é subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 19,4 °C e precipitação média anual de 1.440 mm. A área experimental apresenta declividade variando de 2 a 6 % e altitude de 46 m. O experimento situa-se em solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006).

### Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental é de blocos ao acaso, com três repetições, com parcelas principais e subparcelas. As parcelas principais (15 x 20 m) consistem de três sistemas de preparo de solo: Plantio Convencional - PC, Plantio Reduzido - PR e Plantio Direto - PD; e as subparcelas (5 x 20 m) de três sistemas de culturas: Aveia Preta (*Avena strigosa*)/Milho (*Zea mays*) - A/M; Ervilhaca (*Vicia sativa*)/Milho - E/M; e Aveia + Ervilhaca/Milho + Caupi (*Vigna unguiculata*) - A+ E/M+C.

As práticas relacionadas aos preparos de solo, adubação, calagem, semeadura, irrigação e controle

de invasoras estão descritas em Bayer et al. (2000a,b).

A amostragem de solo foi realizada na camada de 0-5 cm, com amostragem composta, no mês de setembro de 2012. No campo, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor e no laboratório as amostras foram armazenadas a 4°C até o início dos procedimentos analíticos.

### Procedimento analítico

**Determinação da MOS:** A MOS foi determinada pelo teor de Carbono orgânico (CO), conforme Tedesco et al. (1995).

**Determinação de C da biomassa microbiana:** A biomassa microbiana foi determinada pelo método de irradiação-extração (Ferreira & Camargo, 1999). A determinação do C foi pelo método da digestão úmida (Silva et al., 2005).

**Indicadores microbiológicos:** A Respiração Basal do Solo (RBS) - atividade microbiana - foi determinada segundo método proposto por Anderson (1982), onde as amostras foram incubadas por 10 dias e realizou-se a leitura da evolução de CO<sub>2</sub>. O quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi calculado pela razão entre a RBS e o Cmic (Anderson & Domsch, 1990).

**Mineralização aeróbica de carbono:** A determinação da mineralização da matéria orgânica foi a partir da evolução de CO<sub>2</sub>, conforme método descrito por Anderson (1982), com incubações de 5, 10, 17, 31, 45, 59 e 73 dias (Kadono et al., 2009)

### Análise estatística

Os dados foram avaliados pelo teste F(ANOVA) com probabilidade de erro de 10%. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo Teste Tukey ao nível de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teor de CO no solo e os atributos microbiológicos para os sistemas de culturas estão apresentados na **tabela 1**.

Não houve variação entre os sistemas de preparo para o Cmic, no entanto observou-se tendência a maiores valores de Cmic no PD e valores similares no PC e PR. A falta de variação estatística deve aos altos valores no coeficiente de variação dos dados observado (41,2%). Possivelmente a presença de leguminosas associada à redução do revolvimento do solo no sistema PD promoveu um aumento da biomassa microbiana do solo por disponibilizar mais C orgânico na camada superficial do solo (Vargas & Scholles, 2000; Castellazzi et al., 2004). No geral, os valores de Cmic nos sistemas de PC e PR foram similares, o que pode ter sido influenciado pela distribuição dos resíduos vegetais e matéria orgânica biodegradável no perfil do solo.

Quanto aos sistemas de culturas, a biomassa microbiana tende a ser maior no sistema A+V/M+C e menor no sistema A/M, independente do sistema de preparo do solo. Entretanto, também não houve diferença estatística entre os diferentes sistemas de culturas, uma vez que os coeficientes de variação também foram altos (33,6%).

A atividade microbiana do solo (RBS) não variou entre sistemas de preparo e de culturas, onde os coeficientes de variação foram 42,5 e 23,8%, respectivamente. Como tendência, observou-se uma diminuição da RBS no PC devido a menor população microbiana.

Tabela 1. Biomassa microbiana e indicadores biológicos de diferentes sistemas de culturas e preparo, Eldorado do Sul, RS.

Preparo	Sistema	CO	Cmic	RBS	$qCO_2$
		g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	mg g <sup>-1</sup> Cmic h <sup>-1</sup>
PC	A/M	12,2	181,3	1,1	6,7 bA
	A+V/M+C	13,9	239,8	1,7	7,6 aA
	V/M	16,9	187,8	1,3	6,9 aA
PR	A/M	17,4	78,1	2,2	28,5 aA
	A+V/M+C	22,7	265,4	2,1	7,9 aB
	V/M	22,7	198,1	2,3	12,1 aB
PD	A/M	12,8	313,3	1,8	6,4 bA
	A+V/M+C	16,3	328,2	2,2	6,9 aA
	V/M	17,4	252,2	2,3	9,3 aA

CO – Carbono Orgânico do solo; Cmic – carbono microbiano; RBS – Respiração Basal do Solo;  $qCO_2$  – Quociente metabólico; Médias de preparos de solo seguidas de letras minúsculas iguais em cada sistema de cultura e médias de sistemas de cultura em cada sistema de preparo de solo seguidas de letras maiúsculas iguais, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Comportamento semelhante dos atributos supracitados foram observados por Alvarez et al. (1995) e Vargas & Scholles (2000), demonstrando que o manejo influencia na biomassa e atividade microbiana do solo. A tendência a menores valores nos sistemas sobre preparo convencional do solo deve-se a menor quantidade de resíduos orgânicos na superfície do solo, uma acelerada mineralização a curto prazo do C e outros nutrientes pela disponibilização da matéria orgânica que estava protegidos no interior dos agregados do solo (Bayer et al., 2000a,b). Estes fatores fazem com que logo após o revolvimento do solo no PC haja um aumento rápido da biomassa e atividade microbiana, porém este aumento não se mantém no sistema por haver uma queda rápida nos teores de MOS.

O quociente metabólico ( $qCO_2$ ), em relação aos preparos do solo, não apresentou diferenças estatísticas entre as médias gerais de PC e PD (7,0 e 7,5 mg g<sup>-1</sup> Cmic h<sup>-1</sup>, respectivamente), porém a média geral do PR, obteve o dobro dos valores dos outros preparos (16,1 mg g<sup>-1</sup> Cmic h<sup>-1</sup>). Além disso,

o  $qCO_2$  apresentou variação entre sistemas de culturas, com altos valores no sistema A/M e V/M sob PR (Tabela 1). Esses altos valores devem-se, principalmente, a baixa biomassa microbiana, porém que apresentam elevados níveis de atividade.

Na Figura 1a, observa-se a dinâmica de mineralização do C até 73 dias de incubação, onde observou-se um pico de mineralização em 31 e 59 dias de incubação. Na figura 1b observa-se que a mineralização do C tende a se estabilizar após 30 dias de incubação.

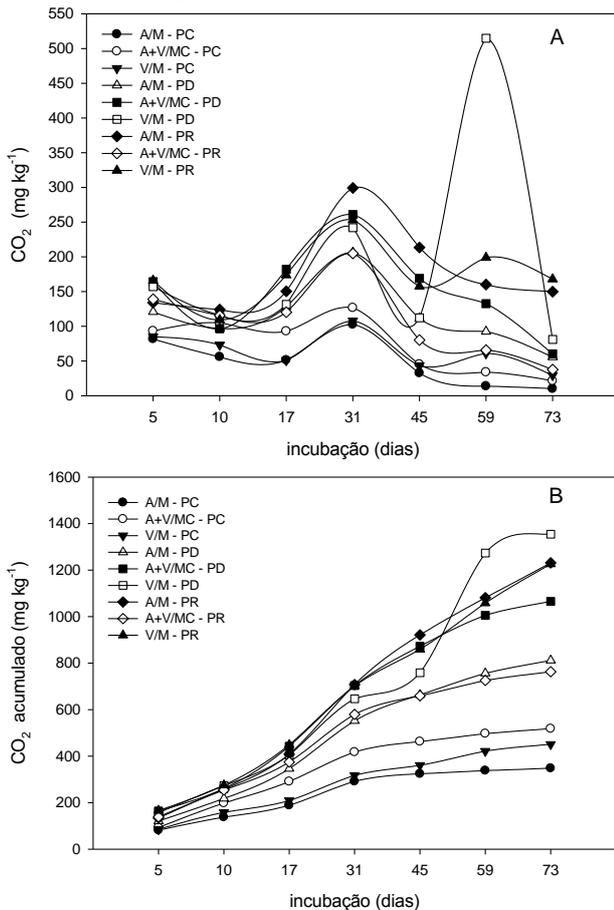


Figura 1 - Dinâmica da mineralização do carbono (a) e mineralização acumulada de carbono (b) em 73 dias de incubação.

O pico de evolução de  $CO_2$  observado na figura 1a aos 31 dias ocorre devido a mineralização das frações mais lábeis da MOS, como a aminoácidos, proteínas, polissacarídeos livres no solo, MO particulada e a própria biomassa microbiana, compartimentos estes responsáveis pela maior parte do C, N e outros nutrientes que são mineralizados no solo (Franzluebbbers et al., 2001; Balota et al., 2004).

O segundo pico de mineralização (aos 59 dias) foi menor que o primeiro, mas pode indicar uma readaptação da microbiota do solo para mineralizar compostos que são mais recalcitrantes, destacando

compostos como celulose, hemi-celulose e lignina, que necessitam de organismos com complexos enzimáticos específicos para ruptura destes compostos à moléculas, como de glicose.

No geral, nota-se que a produção de  $CO_2$  no PC é menor devido ao baixo teor de COT (Tabela 1) se comparado aos demais sistemas de preparo. A maior mineralização observada na figura 1ab nos sistemas em PD e PR deve-se a intensificação da atividade microbiana pelos resíduos vegetais que servem de fonte de nutrientes e energia (Bayer et al., 2000b; Vargas & Scholles, 2000).

As médias gerais dos valores acumulados de  $CO_2$  no final do período de incubação (73 dias) foram estatisticamente iguais para os sistemas em PD e PR (1077,14 e 1073,55 mg de  $CO_2$  kg<sup>-1</sup>), enquanto que o PC apresentou valor inferior em relação aos demais (439,13 mg de  $CO_2$  kg<sup>-1</sup>).

Quanto aos sistemas de culturas, os sistemas A+V/C+M e V/M, independente da forma de preparo do solo, apresentaram os maiores valores acumulados de  $CO_2$ , como observado na figura 1ab. Isso porque nestes sistemas há inserção de leguminosas, que aceleram o processo de mineralização da MOS por um mecanismo conhecido como "efeito primming" (Kuz'yakov, 2002), que parte da premissa que a inserção de resíduos com elevadores teores de N na sua biomassa pode acelerar o processo de mineralização de resíduos orgânicos mais recalcitrantes.

Mas de maneira geral, estes resultados corroboram com a ideia de que os sistemas com maior aporte e manutenção de material orgânico na superfície do solo apresentam maiores teores de MOS biodisponível para a comunidade microbiana, pois a MOS é rica em frações lábeis que serão assimilados e respirados pela biomassa microbiana do solo (Vargas & Scholles, 2000; Conceição et al., 2005). Outro fator é que a biomassa microbiana no PD tende a ser maior que nos demais sistemas de preparo e, esta biomassa passa a ser a principal fonte de C potencialmente mineralizável no solo. Isto porque a biomassa microbiana é uma fração mais suscetível às alterações do manejo e do ambiente e, ao haver alterações no meio edáfico, a taxa de mortalidade da comunidade microbiana aumenta, aumentando em conjunto a mineralização do C e de outros nutrientes que são liberados após a lise celular dos microrganismos (Haney & Franzluebbbers, 2009).

## CONCLUSÕES

Os indicadores biológicos do solo tendem a ser maiores nos sistemas com maior aporte de material orgânico no solo;

O maior conteúdo de matéria orgânica, nos sistemas sob plantio direto e preparo reduzido, contribui para a maior mineralização de C orgânico.

## AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa de Manejo do solo pela disponibilização da área para a pesquisa.

Ao Programa de pós graduação em Ciências do solo e aos professores e colegas da disciplina de microbiologia do solo.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. Methods of soil analysis. Wisconsin, Soil Society of America, 1982. p.831-871.

ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 25:393-395, 1993.

ANDERSON, T. & DOMSCH, K.H. Application of ecophysiological quotients (qCO<sub>2</sub> and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biology & Biochemistry*, 22:251-255, 1990.

ANDERSON, T. & DOMSCH, K.H. Soil microbial biomass: the eco-physiological approach. *Soil Biology & Biochemistry*, 42: 2039-2043, 2010.

ANDERSON, T. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98:285-293, 2003.

ANGERS, D.A.; BISSONNETTE, N.; LÉGÈRE, A.; SAMSON, N. Microbial and biochemical changes induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Canadian Journal of Soil Science*, 73:39-50, 1993.

BALOTA, E.L.; COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D.S. & DICK, R.P. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol. *Soil & Tillage Research*, 77:137-145, 2004.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. & CERETTA, C.A. Effect of no-till cropping systems on soil organic matter in a sandy clay loam Acrisol from southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. *Soil and Tillage Research*, 53:95-104, 2000a.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTIN-NETO, L. & FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 54:101-109, 2000b.

CASTELLAZZI, M.S.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. Distribution of microbial biomass down soil profiles

under regenerating woodland. *Soil Biology & Biochemistry*, 36: 1485-1489, 2004.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J. & SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 777-788, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FRANZLUEBBERS, A.J.; HANEY, R.L.; HONEYCUTT, C.W.; ARSHADD, M.A.; SCHOMBERG, H.H. & HONS, F.M. Climatic influences on active fractions of soil organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*, 33:1103-1111, 2001.

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*, 23:991-996, 1999.

HANEY, R.L. & FRANZLUEBBERS, A.J. Soil CO<sub>2</sub> evolution: Response from arginine additions. *Applied Soil Ecology*, 42: 324–327, 2009.

KADONO, A; FUNAKAWA, S; KOSAKI, T. Factors controlling potentially mineralizable and recalcitrant soil organic matter in humid Asia. *Soil Science & Plant Nutrition*, 55:243–251, 2009.

KUZYAKOV, Y.; Review: factors affecting rhizosphere priming effects. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 165:382-396, 2002.

SILVA, E.E.; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. Determinação de carbono da biomassa microbiana (BMS-C). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Comunicado Técnico 98, 2005.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análises de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre, UFRGS, 1995.

VARGAS, L.K. & SCHOLLES, D. Nitrogênio da biomassa microbiana, em sistemas de manejo do solo, estimado por métodos de fumigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22: 411-417, 1998.