



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

Atributos microbiológicos do solo de sistemas de manejo em condições de Cerrado

**Rodrigo César Sereia⁽¹⁾; Elaine Reis Pinheiro Lourente⁽²⁾; Eulene Francisco da Silva⁽³⁾;
Fábio Martins Mercante⁽⁴⁾; Antonio Luiz Neto Neto⁽¹⁾; Murilo Veloso Gomes⁽¹⁾**

(1) Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS rodrigo_sereia@hotmail.com; (2) Professor Adjunto, Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, Rodovia Dourados-Itahum, km 12, Caixa Postal 533, CEP 79800-000, elainelourente@ufgd.edu.br;
(3) Professor Visitante, Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS;
(4) Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 661, CEP 79804-970 - Dourados, MS.

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo do solo sobre os atributos químicos e microbiológicos do solo em condições de Cerrado. O estudo foi realizado no município de Maracaju, Mato Grosso do Sul, em cinco propriedades rurais particulares, exploradas comercialmente e submetidas a diferentes manejos do solo: com quatro repetições, sendo, os sistemas: Vegetação Nativa, Pastagem Revolvida, Semeadura Direta, Sistema de integração lavoura-pecuária com 4 anos e Eucalipto. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram avaliados os atributos microbiológicos (C-BMS; C-CO₂; qMIC e qCO₂), os atributos químicos (pH; P; MO; K; Ca; Mg e CTC), além da análise granulométrica do solo. Os atributos químicos do solo com exceção do pH foram alterados pelo sistema de manejo. Os sistemas sob semeadura direta e integração lavoura-pecuária, apresentaram um teor significativamente maior de C-BMS quando comparado com o eucalipto e pastagem revolvida. A substituição da vegetação nativa por sistemas de manejo em condições de Cerrado contribuiu para um importante incremento nos teores de fósforo do solo e redução nos teores de C-BMS e CO₂.

Palavras-chave: biomassa microbiana, integração lavoura-pecuária, fertilidade do solo

INTRODUÇÃO - Um solo de qualidade deve apresentar a capacidade de exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental. De acordo com estes autores, a qualidade do solo pode ser medida por meio da quantificação de atributos físicos, químicos e biológicos, que possam possibilitar o

monitoramento de mudanças, a médio e longo prazo, no estado de qualidade desse solo (DORAN & PARKIN, 1994).

Sob este aspecto, a qualidade do solo está associada a uma intensa atividade biológica, com populações microbianas balanceadas, de forma que, a mensuração do C da biomassa microbiana é um importante indicador de mudanças na qualidade do solo e pode possibilitar o monitoramento da relação entre química do solo e vegetação de cobertura (Hargreaves et al., 2003).

A mudança da vegetação natural para sistema de exploração agropecuária provoca alterações profundas nos atributos do solo. Quando uma área de vegetação nativa, de Cerrado, por exemplo, é convertida em pastagem ou área de cultivo de grãos, os atributos químicos e microbiológicos do solo são alterados (Carneiro et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo do solo sobre os atributos químicos e microbiológicos do solo em condições de Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS - Este trabalho foi realizado no município de Maracaju, MS situado nas coordenadas 21°36'52" S, 55°10'06" W com altitude de 384 m, no mês de junho de 2009. O clima é caracterizado como Cwa (Köppen), subtropical com chuvas de verão e verões quentes, a precipitação média anual é de 1.500 mm e a temperatura média anual de 22°C.

A pesquisa foi realizada em propriedades rurais particulares, exploradas comercialmente, com exceção do sistema sob mata nativa, que estava

separado por uma distância máxima de 1500 m dos demais sistemas produtivos.

Foram estudadas 5 áreas submetidas a diferentes manejos do solo, com quatro repetições, sendo os sistemas: **Vegetação Nativa (VN)** - caracterizada como área de reserva sem ação antrópica, sendo utilizado como ecossistema de referência para comparação; **Pastagem revolvida (PR)** - área estabelecida há 25 anos com pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbens*), sendo aplicado calcário e adubada apenas na sua implantação. Essa área apresentava sinais de degradação, com exposição do solo, consequência da escassa cobertura vegetal, alta infestação de plantas daninhas e de espécies arbustivas. A área foi revolvida em 2009, sendo realizadas duas arações e uma gradagem, além da aplicação de operações de calagem e gessagem, para posterior plantio da soja. O preparo do solo consistiu de 800 kg ha⁻¹ e 4000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico. A coleta foi realizada após as operações de preparo e antes da semeadura da soja; **Semeadura Direta (SD)** - área com 23 anos de semeadura direta, sendo cultivada com soja no verão e milho no inverno (safrinha). Esporadicamente, cultivava-se aveia no inverno, não fazendo uso de outra prática que vise à formação de palhada; **Sistema de integração lavoura-pecuária com 4 anos (SILP)** - área estabelecida há 15 anos com semeadura direta de

culturas agrícolas, sendo implantado o sistema integrado lavoura-pecuária em 2006. A seqüência de culturas utilizadas na safra de verão foi soja/algodão/soja/pastagem e, no inverno, capim pé-de-galinha/aveia + *Panicum maximum* cv. Tanzânia/milho safrinha + *P. maximum* cv. Tanzânia + braquiária/pastagem. A amostragem de solo para as avaliações foi realizada durante o cultivo de braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). A amostragem de solo para as avaliações também foi realizada durante o cultivo de braquiário (*B. brizantha* cv. Marandu); **Eucalipto (E)** - área estabelecida há 13 anos com cultivo de eucalipto, sendo aplicado calcário e adubo apenas na época do seu estabelecimento. Anteriormente a esse plantio, a área havia sido cultivada com soja, milho e aveia.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo que os sistemas foram amostrados em 4 pontos, definidos ao longo de um transecto, cada ponto de amostragem constituiu uma repetição. As amostras foram retiradas na profundidade de 0-10 cm, para determinação das análises químicas e microbiológicas e análise de textura do solo. As análises químicas e granulométricas foram realizadas de acordo com Claessen (1997).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Solo da *Embrapa Agropecuária Oeste*, localizada em Dourados, MS.

As análises do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), foram realizadas pelo método da fumigação-extração (Vance et al., 1987), adotando-se o fator de correção para eficiência de extração (k_{ec}) igual a 0,33; o C orgânico foi determinado pelo método de Mebius, modificado por Yeomans e Bremner (1989); a respiração basal (C-CO₂) foi obtida pelo método da respirometria (evolução de CO₂); o quociente microbiano ($qMIC$), expresso

em porcentagem, foi calculado pela seguinte fórmula: $(C-BMS/Corg) \times 100$ e o quociente metabólico (qCO_2), foi obtido pela divisão dos valores da respiração basal pelo do carbono microbiano ($\mu CO_2/\mu g C-BMS h^{-1}$).

Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos dos sistemas de manejo e uso do solo, foram analisados pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As variáveis independentes foram comparadas entre si por meio da correlação de Pearson, sendo os efeitos testados pelo teste t a 5% e 1% de probabilidade. Foi utilizado o aplicativo computacional SAEG 9,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Os atributos químicos do solo com exceção do pH foram alterados pelo sistema de manejo de forma que a substituição da vegetação nativa pela SD, SILP e E, incrementou significativamente o teor de fósforo no solo (Tabela 1). Considerando estes resultados observa-se que a substituição da vegetação nativa por sistemas de manejo, quando de forma adequada pode melhorar a fertilidade do solo. Os baixos teores de fósforo observados na PR, sistema que se apresentava degradado, e VN, retratam a baixa fertilidade natural dos solos do Cerrado, que em termos gerais apresentam deficiência particularmente de fósforo (Bernardi et al., 2003)

O sistema de PR e SILP foram os sistemas que conservaram o teor de M.O. mais próximo daquele observado na VN. Estes resultados evidenciam a importância de sistemas de manejo que incluam pastagem no incremento de matéria orgânica. Salton (2005), observou que a adoção de sistemas de manejo que incluam a rotação de lavoura com pastagem pode ocorrer a retenção de C no solo a uma taxa de $0,60 Mg ha^{-1} ano^{-1}$, considerando a camada de 0-20 cm.

Os teores de potássio, cálcio e magnésio no sistema E podem ser explicados pela textura do solo, 79,3 % de areia, e seu efeito na redução da retenção de nutrientes no solo (Tabela 1). Werle et al. (2008), em seus estudos, observaram que os teores de K no solo mais arenoso eram bem inferiores às do solo de textura mais argilosa, em função da maior lixiviação e menor capacidade de retenção de K. Os maiores teores de potássio na SD e SILP podem estar associados à reposição deste nutriente por meio de adubações, ao contínuo aporte de resíduos vegetais que promoveram incremento na CTC nesses dois sistemas além da ausência de revolvimento que favorece um acúmulo de nutrientes na profundidade amostrada (Bittencourt et al., 2008).

Quando se observou o efeito do manejo do solo sobre o C-BMS e C- CO_2 observou-se que os maiores valores foram observados na vegetação nativa, sendo significativamente superior aos demais

sistemas (Tabela 2). O sistema sob vegetação nativa, além de favorecer uma importante quantidade de serrapilheira sobre o solo, favorece uma maior diversidade de material orgânico sobre o solo, que favorece o desenvolvimento da biomassa microbiana (Correia & Andrade, 1999). Entretanto, observa-se que os sistemas sob SD e SILP, apresentaram um teor significativamente maior de C-BMS quando comparado com o E e PR. Esses resultados podem estar associado ao não revolvimento do solo nestes dois sistemas e ao suprimento de C orgânico à biomassa microbiana do solo, além de favorecer uma maior agregação e estabilização dos agregados, habitat da microbiota (Balota et al., 2003).

Outro aspecto a ser considerado, de acordo com Araújo et al. (2007), é que há um favorecimento da biomassa microbiana proporcionado pelo intenso desenvolvimento radicular das gramíneas na camada superior do solo. Neste estudo, a amostragem de solo para as avaliações foi realizada durante o cultivo de braquiário (*B. brizantha* cv. Marandu).

A substituição da vegetação nativa pelos sistemas de cultivo promoveu uma redução na liberação de CO_2 de 40,4; 53,4; 57 e 68% no SD, PR, SILP e E, respectivamente. Este resultado, provavelmente, está relacionado ao maior teor de C-BMS na VN, uma vez que, quantidade de C- CO_2 liberado, esta relacionada com a disponibilidade de carbono na biomassa (Mercante, 2001). Neste estudo houve uma correlação positiva e significativa entre C-BMS e C- CO_2 ($r=0,76^*$).

De forma semelhante ao que ocorreu com o C-BMS e C- CO_2 , a adoção dos sistemas de cultivo reduziu significativamente o teor de matéria orgânica do solo, que neste estudo correlacionou-se de forma positiva com teores de C-BMS e C- CO_2 ($r=0,74^*$ e $0,67^*$, respectivamente), significando que uma menor disponibilidade de MO do solo também implicará em menor carbono e respiração da biomassa microbiana.

Maiores valores de qCO_2 foram observados na VN, SD e PR o que é indicativo de que nestes sistemas a biomassa microbiana estaria liberando nutrientes para a solução do solo (Espíndola et al., 2001). Esses resultados discordam de outros autores que observaram relação inversa entre o qCO_2 e a biomassa microbiana, ou seja, maiores teores de carbono causam diminuição na atividade metabólica e aumento da biomassa microbiana (Balota et al., 1998; Moreira e Malavolta, 2004).

A redução nos valores do qCO_2 no SILP em relação a VN, indica que a biomassa microbiana esta sendo mais eficiente, pois à medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO_2 pela respiração e uma fração significativa de C é

incorporada ao tecido microbiano (Gama-Rodrigues, 1999).

Com relação ao quociente microbiano ($qMIC$), no sistema E este indicador foi significativamente superior aos demais sistemas, sendo 262% superior a vegetação nativa. Valores superiores a 1% desta relação indicam acréscimos de carbono no solo, ao longo do tempo (Marchiori Júnior e Melo, 2000).

CONCLUSÕES - A substituição da vegetação nativa por sistemas de manejo em condições de Cerrado contribuiu para um importante incremento nos teores de fósforo do solo e redução nos teores de C-BMS e CO_2 .

REFERÊNCIAS - ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; ARILUSA PINTO COELHO LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob Cerrado nativo R. Bras. de Ci. do Solo, v.31, p.1099-1108, 2007

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; DICK, R. P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. Biol. and Fert. of Soils, v.38, 2003.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. R. Bras. de Ci. do Solo, Viçosa, v.22, n.4, p. 641-649, 1998.

BERNARDI et al. Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22p. (Embrapa Solo. Documentos, 46)

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. de; REIS, E. F. dos; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. de Ci. do Solo, 33:147-157p. 2009

CLAESSEN, M.E.C. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997. (Documentos, 1).

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. de. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, p.227-243, 1999.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A. eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35)

ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. Floresta e Ambiente, 8:104 - 113, 2001

GAMA-RODRIGUES, E. F. da Biomassa Microbiana e Ciclagem de Nutrientes. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 1. ed. Porto Alegre:Gênesis, 1999.p. 227-243.

HARGREAVES, P. R.; BROOKES, P. C.; ROSS, G. J. S.; POULTON, P. R. Evaluating soil microbial biomass carbon as an indicator of long-term environmental change. Soil Biol.& Bioch., 35: 401-407, 2003.

MARCHIORI JR., M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1177-1182, 2000.

MERCANTE, F. M. **Os microorganismos do solo e a dinâmica da matéria orgânica em sistema de produção de grãos e pastagem**. Dourados: Embrapa Agropecuária do Oeste, Dez/2001. Coleção Sistema Plantio Direto, 5.

SALTON, J. C. Matéria orgânica na agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. Tese (doutorado), UFRS, faculdade de Agronomia, Porto Alegre: 2005. 158f.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. R. Bras. de Ci. do Solo, v. 32, 2297-2305p. 2008.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analyses**, v.19, p.1467-1476, 1989.

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica do solo sob pastagem revolvida (PR), semeadura direta (SD), sistema integração lavoura pecuária (SILP), eucalipto (E) e vegetação nativa (VN), Maracaju, MS.

Sistemas	pH	P	MO	K	Ca	Mg
	($CaCl_2$)	($mg.dm^{-3}$)	(gkg^{-1})		($mmol.dm^{-3}$)	
V N	4,65a	4,60b	112,12 a	10,33ab	56,75a	24,50a
SD	4,98a	37,07a	49,41 b	15,81a	44,50a	14,75bc
PR	5,15a	2,19b	50,90 b	3,77 b	49,50a	13,00c
SILP	5,19a	22,66a	63,97 b	17,09a	46,50a	20,25ab

E	4,81a	36,49a	13,58 c	5,37 b	17,50b	9,00c
Sistemas	CTC	Silte	Areia	Argila	Textura	Classe
	(mmol, dm ⁻³)	----- (%) -----			-----	-----
VN	177,17a	19,94	16,52	63,54	Muito Argiloso	LVD
SD	130,30 ab	6,42	22,66	70,92	Muito Argiloso	LVD
PR	120,87b	10,19	16,93	72,87	Muito Argiloso	LVD
SILP	142,75ab	10,98	24,34	64,68	Muito Argiloso	LVD
E	63,47c	3,23	79,30	17,47	Textura Média	LVAD

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p• 0,05). LVD: Latossolo Vermelho distroférico; LVAD: Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Tabela 2. Atributos microbiológicos do solo sob pastagem revolvida (PR), semeadura direta (SD), sistema integração lavoura pecuária (SILP), eucalipto (E) e vegetação nativa (VN), Maracaju, MS.

<i>Tratamento</i>	<i>C-BMS</i>	<i>C-CO₂</i>	<i>MO</i>	<i>q-CO₂</i>	<i>q-MIC</i>
VN	553,89 a	54,10 a	112,12 a	37,34 a	0,95 b
SD	390,72 b	32,25 b	49,41 b	37,99 a	1,86 b
PR	260,11 c	25,20 c	50,90 b	40,77 a	0,88 b
SILP	375,89 b	23,34 c	63,97b	26,35 b	1,02 b
E	250,83 c	17,40 d	13,58 c	28,95 b	3,55 a

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). C-BMS= carbono da biomassa microbiana ($\mu\text{g C g}^{-1}$ de solo); $q\text{CO}_2$ = quociente metabólico ($\mu\text{ CO}_2/\mu\text{g C-BMS h}^{-1}$); C-CO₂= CO₂ respiração microbiana; $q\text{MIC}$ = quociente microbiano ((C-BMS/Corg) x 100).