



16314 - Atributos Microbiológicos do Solo sob Distintos Sistemas de Manejo de Fertilidade¹

Microbiological Attributes Soil under Different Management Systems Fertilizer

RAMBO, José Roberto²; GOUVEIA, Rogério Gonçalves Lacerda de³; BEN, Ana Karine de Aquino Nunes⁴; BAYER, Cimélio⁵; TOMAZI, Michely⁶.

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP e Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, MT, jr.rambo@unemat.br; ³Universidade de Uberaba, Uberlândia, MG, rglgouveia@gmail.com; ⁴Autônoma, Tangará da Serra, MT, karininha_an@hotmail.com; ⁵Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, cimelio.bayer@ufrgs.br; ⁶Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, michely.tomazi@embrapa.br

Resumo: A região do Cerrado representa uma significativa área de produção agrícola no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar atributos microbiológicos do solo de diferentes sistemas de manejo da fertilidade de um Latossolo Vermelho em Tangará da Serra-MT. Foi realizado um experimento com sistema de manejo da fertilidade do solo tradicional da região, (i) adubação de alta reatividade, e três sistemas de manejos da fertilidade do solo alternativos: (ii) adubação de baixa reatividade, (iii) misto (adubação de baixa reatividade e adubação orgânica) e (iv) adubação orgânica. Foram avaliados como indicadores de qualidade do solo os atributos microbiológicos do solo na subcamada de 0-10 cm. O sistema de manejo da fertilidade misto é o que apresenta a melhor qualidade do solo comparado aos demais sistemas de manejo da fertilidade do solo.

Palavras-chave: adubação, agricultura familiar, qualidade do solo

Abstract: The region Cerrado represents a significant area to agriculture production. The purpose of this article was to evaluate the microbiological attributes soil under different management systems on soil quality of Oxisol in Tangará da Serra, Mato Grosso State. Experiment was conducted with one traditional management system in the region, (i) high reactivity fertilizer, and three ecologically-based systems: (ii) low reactivity fertilizer, (iii) combined (low reactivity and organic fertilizer) and (iv) organic fertilizer. Were evaluated soil quality indicators microbiological in 0-10 cm layers. The management system combined fertility is one with the best soil quality compared to other systems of soil fertilizer management.

Keywords: fertilization, family farming, soil quality

¹ Resultados oriundos de parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

Introdução

O agroecossistema, é um sistema ecológico que sofre modificações realizadas pelo homem. Se o solo do agroecossistema for manejado de forma incorreta, pode ocorrer a degradação da qualidade deste solo e, por consequência, comprometer as necessidades e aspirações das gerações futuras (GLIESSMAN, 2001).

A qualidade de um solo está relacionada, a capacidade, tanto em ecossistemas naturais como em agroecossistemas, de desempenhar uma ou mais funções relacionadas à sustentabilidade da atividade agrícola, nos aspectos da produtividade, da diversidade biológica, manutenção da qualidade do ambiente, promoção da saúde das plantas e animais e da sustentação de estruturas socioeconômicas (CASALINHO et al., 2007). Porém, uma forma de avaliar a qualidade de um solo deve ser abrangente e útil na identificação de sistemas de manejo agrícola que conservem os recursos naturais e continuem a satisfazer as necessidades do agricultor (DEPONTI et al., 2002).

A avaliação da biomassa microbiana permite obter informações sobre mudanças que ocorrem nas propriedades orgânicas do solo, de modo a detectar possíveis alterações causadas por cultivos ou devastação de florestas, efeitos de poluentes como metais pesados e pesticidas (FRIGHETTO; VALARINI, 2000) ou, ainda, a aplicação de fertilizantes inorgânicos (SELBACH et al. 2003).

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar os indicadores da biomassa microbiana em um Latossolo Vermelho sob distintos sistemas de manejo de fertilidade.

Metodologia

O presente estudo foi conduzido no município de Tangará da Serra (Figura 1), microrregião Sudoeste Mato-Grossense, junto ao Campus da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), localizado na rodovia MT 358, km 07, coordenadas 14°37' de latitude Sul e 57°29' de longitude Oeste e altitude de 439 metros. Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são, respectivamente, 24,4^o C, 1.500 mm e 70 – 80%.

O experimento foi instalado na safra 2004/05 em um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006), com topografia plana, textura argilosa (LV – 580 g kg⁻¹ argila), profundo e bem drenado. Anteriormente à utilização, a área era coberta por pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* sem pastejo, a qual foi eliminada com gradagem para a implantação do referido experimento.

Utilizaram-se para os sistemas cultivados quatro tipos de tratamento: (i) adubação de alta reatividade, considerado agricultura convencional, adotado pelos agricultores de Tangará da Serra, e três de agricultura alternativa: (ii) adubação de baixa reatividade, (iii) mista (adubação de baixa reatividade e adubação orgânica) e (iv) adubação orgânica. Adjacente à área experimental, foi coletado solo de duas áreas de referência ao experimento: uma sob vegetação natural (CE) e sob pastagem de braquiária (PB). Um resumo descritivo dos tratamentos e das áreas de referência está apresentado no Quadro 1.

No experimento, foram cultivadas as seguintes culturas agrícolas de interesse comercial: feijão (2004/05), milho (2005/06), soja (2006/07), algodão (2007/08) e feijão (2008/09). Exceto para a safra 2004/05, as seguintes safras foram desenvolvidas sobre palhadas de coberturas que assim seguem respectivamente: crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e milheto (*Pennisetum glaucum* L.) em consórcio, crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e capim moha (*Setaria itálica* L.) em consórcio e milheto (*Pennisetum glaucum* L.). Na safra 2009/10, a cobertura implantada foi de mucuna preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy).

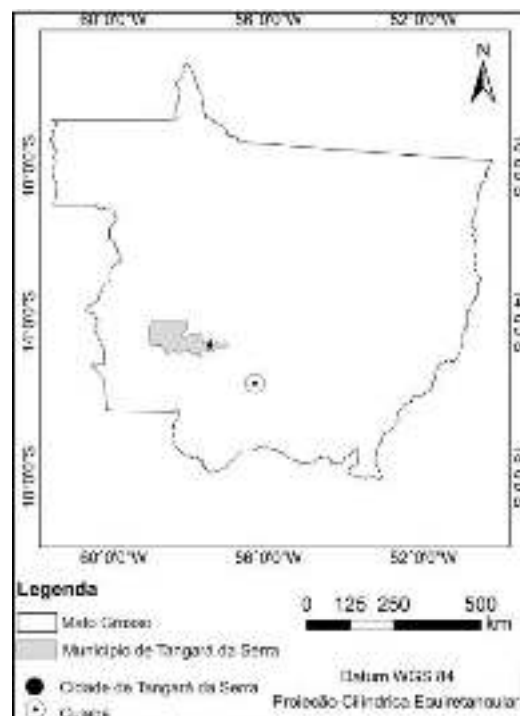


Figura 1. Localização do município de Tangará da Serra, Estado de Mato Grosso.

Em cada safra agrícola, com a realização de análise química do solo, determinaram-se as quantidades de adubação mineral ou alternativa necessárias ao pleno desenvolvimento das culturas de interesse, com base nas respectivas recomendações técnicas. Foram aplicados na safra 2005/06, na adubação de alta reatividade, 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1.280 kg ha⁻¹ de calcário calcítico nos tratamentos alternativos; a aplicação de calcário foi repetida na safra 2007/08.

No controle de plantas infestantes utilizou-se a prática de capinas mecânicas em todos os tratamentos, exceto para a safra agrícola 2005/06, quando foram aplicados dessecantes foliares no convencional e capinas nos sistemas alternativos.

Para a determinação do carbono orgânico dissolvido (COD) e da biomassa microbiana, procedeu-se à coleta em 18/01/2010 logo após o manejo da cultura de cobertura na profundidade de 0-10 cm, com solo sendo peneirado em malha de 2 mm e acondicionado em embalagens plásticas sob refrigeração ($\pm 4^{\circ}\text{C}$).

Quadro 1. Descrição geral dos tratamentos e áreas de referência para Latossolo Vermelho, entre as safras agrícolas 2004-2009, em Tangará da Serra - MT.

| Tratamentos | Descrição |
|-------------------------------------|--|
| Adubação de Alta Reatividade (SC)* | Fertilização com superfosfato simples, cloreto de potássio, uréia ou sulfato de amônio, bórax e sulfato de zinco. Aplicação de fungicidas e inseticidas de origens sintéticas. |
| Adubação de Baixa Reatividade (SA)* | Fertilização com termofosfato, sulfato de potássio, sulfato de zinco, bórax e biofertilizante. Aplicações de fungicidas e inseticidas à base de preparados de caldas e óleos. |
| Adubação Mista (SAE)* | Fertilização com termofosfato, sulfato de potássio, sulfato de zinco, bórax, esterco bovino e biofertilizante. Aplicações de fungicidas e inseticidas à base de preparados de caldas e óleos. |
| Adubação Orgânica (SE)* | Fertilização com termofosfato, sulfato de potássio, sulfato de zinco, bórax, esterco bovino e biofertilizante até a Safra 2007/08. Depois, fertilização somente com esterco bovino. Aplicações de fungicidas e inseticidas à base de preparados de caldas e óleos. |
| Cerradão (CE) | Área com vegetação caracterizada fitofisionomicamente como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, com árvores de 8 a 20 metros de altura. Encontra-se protegida por cercas de contenção para evitar trânsito de animais de uso doméstico. |
| Pastagem de Braquiária (PB) | Pastagem destinada a animais domésticos, em bom estado de conservação. Sem correção e fertilização do solo desde 1990 e sem realização de queimadas a aproximadamente dez anos (informações do proprietário). |

*As siglas utilizadas, respeitaram denominação anterior do experimento.

A determinação da biomassa microbiana seguiu o método de fumigação-extração proposto por Vance et al. (1987), que apresenta como princípio a extração microbiana pela eliminação da microflora e lise celular pelo ataque do clorofórmio e liberação dos constituintes celulares (JOERGENSEN, 1995).

As amostras para determinação da biomassa microbiana foram separadas em triplicata: fumigadas e não fumigadas. Para serem fumigadas, as amostras foram colocadas em dessecador contendo clorofórmio; o dessecador é tampado e realizado o vácuo, com as amostras ficando incubadas por período de 24 horas. As amostras não fumigadas foram trabalhadas de forma direta.

Para determinação do nitrogênio (N_{mic}) e carbono (C_{mic}), as amostras foram transferidas para *snap-caps* de 100 ml, com adição de 50 ml de K_2SO_4 ($0,5 \text{ mol L}^{-1}$). Posteriormente, estas foram agitadas por período de uma hora, deixadas para decantar, e a suspensão filtrada em filtro qualitativo. Preparada para digestão, que compreende o período de 12 horas a temperatura de 80°C , 1h30min a 150°C e 3 horas a 300°C .

A determinação do N_{mic} seguiu o método da digestão sulfúrica, destilação (Kjeldhal) com 20 ml de hidróxido de sódio (NaOH) e titulação sulfúrica com indicador de ácido bórico (DE-POLLI; GUERRA, 1999). A determinação do C_{mic} seguiu a quantificação do C realizada por combustão seca em analisador Shimadzu TOC-V CSH.

O N_{mic} e o C_{mic} , foram calculados pela diferença entre as amostras fumigadas (F) e não fumigadas (NF), utilizando K_{EN} de 0,45 para o nitrogênio (WARDLE, 1994) e K_{EC} de 2,22 para o carbono (IQBAL et al., 2010), onde $N_{mic}=(F-NF)/K_{EN}$ e $C_{mic}=(F-NF) \times K_{EC}$.

O carbono orgânico dissolvido (COD) foi extraído a partir de suspensão com 5 g de solo e 50 ml de água destilada (1:10 de solo:água). A suspensão foi agitada por doze horas em frascos *snap cap* e, posteriormente, decantada por duas horas. O sobrenadante foi extraído e filtrado com membrana porosa $<0,45 \mu\text{m}$ por ação de vácuo obtido com a utilização de seringas descartáveis. O filtrado foi analisado quanto ao teor de carbono orgânico extraível em água, pelo método de combustão seca, em analisador Shimadzu TOC-V CSH.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas nas subcamadas pelo teste Tukey a 10% de probabilidade. Para as comparações entre os tratamentos empregou-se a pastagem de braquiária (PB) como referência para os sistemas de manejo com culturas anuais. A área de Cerrado (CE) foi usada como referência das condições iniciais do solo antes da abertura da área para utilização com pastagem de braquiária.

Resultados e discussões

Para o atributo carbono microbiano (C_{mic}), os teores variaram de 127,64 a 408,1 $\mu\text{g g}^{-1}$ de solo; e observa-se que a PB apresentou o maior teor de C_{mic} , porém não diferiu significativamente do CE (Tabela 1). Todos os sistemas cultivados anualmente apresentaram C_{mic} menor do que a PB. Para SA detectou-se valor mais baixo que o determinado para PB e SAE. Os teores de C_{mic} corroboram estudo de Fonseca (2007), o qual cita maiores teores de C_{mic} em vegetação nativa do que em sistemas cultivados anualmente.

Os resultados deste comportamento para CE e PB são consequência da condição natural do Cerrado e da pastagem de braquiária, que, com vegetação mais densa e permanente apresentam maiores teores de C_{mic} , reflexo do efeito rizosférico da vegetação para PB (SIQUEIRA NETO, 2006) com alta taxa de renovação das raízes finas (GAMA-RODRIGUES et al., 2008). A vegetação nativa por sua vez, com maiores estratos arbóreos (BORGES et al., 2009) contribuem na cobertura do solo durante o ano todo, fator que colabora para menores variações de temperatura e umidade do solo durante o ano todo e constante fornecimento de resíduos orgânicos. Entre os efeitos ocasionados pela maior BMS, tem-se a imobilização temporária de C, e os nutrientes do solo, o que consequentemente, contribui com menores perdas destes elementos no sistema solo-planta.

Segundo Perez et al. (2004), em ecossistemas não perturbados a deposição de resíduos orgânicos mantém os valores do C_{mic} , enquanto nos ecossistemas perturbados pelas diferentes práticas agrícolas esses valores são alterados. Em sistemas com utilização de gramíneas o maior teor de C_{mic} deve-se ao sistema radicular fasciculado da gramínea, o qual resulta na maior entrada de carbono no solo, via rizosfera e necromassa, que atuam na ativação da microbiota do solo (CARNEIRO et al., 2008).

Nos sistemas cultivados anualmente, verificou-se em SAE, uma tendência de aumento de C_{mic} em comparação ao SA (Tabela 1). D'Andréa et al. (2002), atribuem menores teores de C_{mic} para sistemas cultivados como reflexo das baixas adições de carbono oxidável, o que não é suficiente para atender à demanda de manutenção da biomassa existente. Este é um dos fatores que pode ter levado ao decréscimo acentuando dos valores de C_{mic} para SAE, SC, SE e SA em comparação com PB e CE.

As relações $C_{mic}:C_{org}$ e $N_{mic}:N_{total}$ expressam índices de qualidade nutricional da matéria orgânica, e as relações $C_{mic}:N_{mic}$ e $C_{org}:N_{total}$, a eficiência da biomassa em imobilizar C ou N (TRANNNIN et al., 2007).

Na relação $C_{mic}:C_{org}$, os valores mostraram oscilação entre 0,56 e 1,23%, sendo a relação maior para PB e CE, e menor para os sistemas cultivados anualmente (Tabela 2). Entre estes últimos, SAE e SE tiveram tendência de maior relação $C_{mic}:C_{org}$, comportamento que reflete uma tendência de menores valores para sistemas que apresentam pequena deposição de resíduos e que não recebem a aplicação de fertilizantes orgânicos.

Tabela 1. Indicadores C_{org} , N_{total} , C:N, C_{mic} , N_{mic} determinados para Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). 2010.

| Tratamento | C_{org} | N_{total} | C:N | C_{mic} | N_{mic} |
|------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| | $g\ kg^{-1}$ | $g\ kg^{-1}$ | % | $\mu g\ g^{-1}$ | $\mu g\ g^{-1}$ |
| SC | 22,56 b | 1,36 c | 16,59 a | 160,54 bc | 26,00 a |
| SA | 22,71 b | 1,39 c | 16,39 ab | 127,64 c | 15,25 b |
| SAE | 25,32 b | 1,60 c | 15,83 ab | 209,59 b | 21,36 ab |
| SE | 24,75 b | 1,58 c | 15,74 ab | 162,55 bc | 23,79 ab |
| PB | 32,29 a | 2,19 b | 14,74 bc | 408,01 a | 29,80 a |
| CE | 33,50 a | 2,59 a | 12,99 c | 359,90 a | 25,82 a |
| Média | 26,85 | 1,79 | 15,38 | 238,04 | 23,67 |

C_{org} – carbono orgânico total; N_{total} – nitrogênio total; C:N – relação carbono:nitrogênio; C_{mic} – carbono microbiano; N_{mic} – nitrogênio microbiano. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente no Teste de Tukey 10%.

Cardoso et al. (2009), em pastagens cultivadas para a região do Pantanal, observou que a biomassa microbiana, quando se encontra sob efeito de estresse, diminui a relação $C_{mic}:C_{org}$. No presente estudo, entretanto, nas áreas PB e CE, com maiores teores de C_{mic} , que atuam diretamente no ciclo do C têm potencial de apresentar respostas mais rápidas quando da alteração nos padrões de entrada ou níveis de decomposição da matéria orgânica.

Matsouka (2006) explica que, com a adição de MO ou a mudança de condição limitante para condição favorável, a biomassa pode aumentar rapidamente, mesmo com teores de carbono orgânico inalterados, fator capaz de justificar a relação encontrada para SAE (Tabela 2), relação ainda diferente de PB e CE, mas que já apresenta tendência de melhores resultados.

Para N_{mic} , encontraram-se teores que variaram de 15,25 a 29,80 $\mu g\ g^{-1}$ (Tabela 2), sendo que a PB e o CE não diferiram entre si. O mesmo comportamento também se encontra na comparação entre PB, SC, SE e SAE. Estes resultados demonstram que SC, SE e SAE, estão a recuperar os teores de N_{mic} . D'Andréa et al. (2002) e Perez et al. (2005), no entanto, relatam que há uma diminuição nos teores de N_{mic} quando da substituição de ambiente natural para ambiente cultivado. A diminuição

nos teores de N_{mic} estaria relacionada à abertura da área, que assim, nos primeiros anos, sofre remoção da MOS, ocasionada pelo manejo deste. Maiores teores de N_{mic} na PB podem ser advindos do efeito rizosférico da pastagem de braquiária, com a liberação de substâncias orgânicas diversas, com maior disponibilidade de nutrientes para a microbiota do solo no ambiente rizosférico (D'ANDRÉA, 2002).

Tabela 2. Indicadores $C_{mic}:N_{mic}$, C_{mic}/C_{org} , N_{mic}/N_{total} , COD determinados para Latossolo Vermelho em diferentes tratamentos: Adubação de Alta Reatividade (SC), Adubação de Baixa Reatividade (SA), Adubação Mista (SAE), Adubação Orgânica (SE) e áreas de referência pastagem de braquiária (PB) e Cerrado (CE). 2010.

| Tratamento | $C_{mic}:N_{mic}$ | C_{mic}/C_{org} | N_{mic}/N_{total} | COD |
|------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | % | | $\mu g\ kg^{-1}$ |
| SC | 6,44 c | 0,72 | 1,91 | 71,59 b |
| SA | 8,58 bc | 0,56 | 1,11 | 76,07 ab |
| SAE | 10,17 b | 0,83 | 1,33 | 80,09 ab |
| SE | 6,77 bc | 0,66 | 1,52 | 64,72 b |
| PB | 13,94 a | 1,26 | 1,35 | 96,77 a |
| CE | 14,12 a | 1,08 | 1,01 | 73,81 ab |
| Média | 10,00 | 0,85 | 1,37 | 76,54 |

$C_{mic}:N_{mic}$ – relação carbono:nitrogênio microbiano; $C_{mic}:C_{org}$ – relação carbono microbiano:carbono orgânico total; $N_{mic}:N_{total}$ – relação nitrogênio microbiano:nitrogênio total; COD – carbono orgânico dissolvido. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente no Teste de Tukey 10%.

Valores mais altos de N_{mic} devem-se ao menor revolvimento do solo, que mantém na superfície os resíduos vegetais, com aumento da disponibilidade de substratos nos primeiros centímetros do solo, possibilitando maior concentração de nutrientes e energia para uso da biomassa microbiana. Patra (citado por PEREZ et al., 2005) verifica que a falta de uniformidade no manejo do solo, durante vários anos, pode ocasionar a flutuação da biomassa microbiana no solo, influenciada pela temperatura deste último e pela adição de resíduos vegetais, diferentemente do que ocorre com PB e CE, que não sofrem perturbações de manejo do solo.

A aplicação de fertilizantes minerais nitrogenados ou orgânicos pode beneficiar os teores de N_{mic} , diferentemente daqueles sistemas que não recebem adubação nitrogenada, caso de SA. Para Coser (2006), o N_{mic} também é influenciado pela composição microbiológica do solo, sendo o N_{mic} reflexo da relação entre fungos e bactérias, que com as fertilizações nitrogenadas estaria beneficiando a população de fungos, em contraposição solos que não recebem tais adubações, apresentam menores teores de N_{mic} em comparação aos sistemas naturais (Tabela 2).

Analisando a relação $N_{mic}:N_{total}$, algumas diferenças tornam-se mais evidentes, já que os percentuais variaram de 1,11 a 1,91% (Tabela 2). SC foi o tratamento que apresentou o maior percentual de relação $N_{mic}:N_{total}$, significando maior capacidade

da microbiota do solo em armazenar frações significativas do N em sua biomassa microbiana, que é a fração lábil do nutriente para o sistema solo-planta.

Para a relação $C_{mic}:N_{mic}$, os valores variaram de 6 a 13; PB e CE apresentaram resultados que não diferem entre si. O mesmo comportamento se encontra ao se analisar PB e SAE, relação bem diferente das encontradas para SE, SC e SA em comparação com PB. Maiores valores na relação $C_{mic}:N_{mic}$ indicam maior capacidade de imobilização de nitrogênio pelos microrganismos. Matos (2006) encontrou para sistema plantio direto maiores valores de relação $C_{mic}:N_{mic}$, motivados pela maior quantidade de C que os fungos possuem na biomassa, em comparação com bactérias que têm menos C.

Silva e Mendonça (2007) trabalham com a hipótese de que, com a adoção de práticas agrícolas que priorizem o aporte orgânico de resíduos, tais como sistemas agroflorestais e plantio direto, nos primeiros anos, quando as taxas de acúmulo de MOS são altas, a matéria orgânica funcione imobilizando e competindo pelos nutrientes. Este fator pode justificar os maiores valores de relação $C_{mic}:N_{mic}$ para sistemas naturais, pois estes já se encontrariam estabilizados, e depois de estabilizados contribuiriam com a mineralização de N, ou seja, tornariam o mesmo disponível para o sistema solo-planta.

Os teores de carbono orgânico dissolvido (COD) variaram de 64,72 a 96,77 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de solo na camada de 0-10 cm (Tabela 2). A PB e o CE apresentam comportamento que não os difere entre si. Estes resultados são motivados pela maior deposição de resíduos vegetais sobre o solo nas áreas nativas e na pastagem. O teor de COD da PB diferiu dos sistemas cultivados SE e SC, por estes apresentarem menor deposição de resíduos vegetais, em comparação com pastagens.

Zanatta (2006) comenta que as principais fontes de COD são os resíduos de plantas e a matéria orgânica estável, sobretudo pela representatividade que têm estas fontes em relação aos exsudatos radiculares e à biomassa microbiana no solo.

Conclusões

A substituição do Cerrado por pastagem de braquiária não afetou os atributos microbiológicos avaliados, enquanto que a conversão de braquiária para o sistema de manejo da fertilidade com adubação de alta reatividade, com culturas anuais, reduziu os teores os atributos microbiológicos, exceto o N microbiano.

O sistema de manejo da fertilidade misto, com adubação mineral de baixa reatividade e orgânica, apresentaram, de maneira geral, os melhores resultados para os atributos microbiológicos do solo, em comparação com os demais sistemas cultivados.



A utilização de esterco bovino não proporcionou incremento em C e N do solo.

Referências bibliográficas

BORGES, C. D.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C.; CARVALHO, E. M. Biomassa microbiana do solo em fitofisionomias no sul do Mato Grosso do Sul. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos-SP, v.13, n.1, p.51-62. 2009.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.44, n.6, p.631-637, jun. 2009.

CARNEIRO, M. A. C.; ASSIS, P. C. R.; MELO, L. B. C.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SILVEIRA NETO, A. N. Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v.38, n.4, p. 276-283, 2008.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v.13, n.2, p.95-203, 2007.

COSER, T. R. **Doses de nitrogênio e seu efeito nos seus indicadores microbiológicos de qualidade do solo na cultura da cevada**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

D'ANDRÉA, 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 Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.26, p.913-923, 2002.

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: Gênese, 1999. p. 389-411.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégias para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre-RS, v.3, n.4, p. 44-51, 2002.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado sob duas rotações de culturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v.37, p.22-30, 2007.

FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo**: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198 p.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; PAULINO, G. M.; FRANCO, A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, p.1521-1530, 2008.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia**: processos agroecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 653p.

IQBAL, J.; HU, R.; FENG, M.; LIN, S.; MALGHANI, S.; ALI, I. M. Microbial biomass, and dissolved organic carbon and nitrogen strongly affect soil respiration in different land uses: A case study at Three Gorges Reservoir Area, South China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.137, p.294-307, 2010.

JOERGENSEN, R. The fumigation extraction method. In: ALEF, K.; CACNIO, V. N. (Eds.). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academy Press, 1995, p.382-387.

MATOS, M. A. **Atributos químicos e microbiológicos do solo após aplicações de resíduos de suínos em sistema plantio direto**. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado em Química dos Recursos Naturais), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

MATSOUKA, M. **Atributos biológicos de solos cultivados com videira na região da Serra Gaúcha**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos



Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.39, n.6, p.567-573, 2004.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.40, n.2, p.137-144, 2005.

SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S.; SCHOLLES, D.; CAMARGO, F. A. O. **Microbiologia e Bioquímica**. Apostila da disciplina Microbiologia (SOL 0201) e Bioquímica do Solo (SOL 00301) do curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo e Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Porto Alegre, outubro de 2003. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia – Departamento de Solos.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SIQUEIRA NETO, M. **Estoque de carbono e nitrogênio do solo com diferentes manejos no Cerrado goiano**. 2006. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

TRANNIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biossólido industrial e cultivo de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.1173-1184, 2007.

VANCE, E. D.; BROOKS, P. C.; JENKINSON, D. S. En extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

WARDLE, D. A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Eds.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia do solo**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 419-436. (Embrapa-CNPq, Documentos, 46).

ZANATTA, J. A. **Estoque e labilidade do carbono em frações da matéria orgânica de um Argissolo afetados por sistemas de manejo do solo**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.