

Indicadores microbiológicos para avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta⁽¹⁾

Bruno Agostini Colman⁽²⁾; Júlio Cesar Salton^(3,4); Fábio Martins Mercante^(3,4,5)

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e PROBIO II - Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para a Biodiversidade.

⁽²⁾ Estudante do Programa de Pós-Graduação "stricto sensu" em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana; Aquidauana, Mato Grosso do Sul; agostinicolman@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor do Programa de Pós-Graduação "stricto sensu" em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste; ⁽⁵⁾ Pesquisador do CNPq, bolsista de Produtividade em Pesquisa.

RESUMO: Os sistemas integrados de produção agrícola, assim como outras práticas de manejo consideradas conservacionistas, apresentam-se como alternativas viáveis para a sustentabilidade do uso do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de manejos envolvendo sistemas agrícolas, pecuários e florestais sobre a biomassa microbiana do solo e sua atividade. O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, localizado no Município de Ponta Porã, MS. Foram avaliados: sistema convencional (SC), sistema plantio direto (PD), pastagem (PAST), integração lavoura-pecuária A e B (ILP-A; ILP-B), integração lavoura-pecuária-floresta A e B (ILPF-A; ILPF-B), eucalipto (EUC) e vegetação nativa (VN). As avaliações foram realizadas nas safras de outono/inverno (julho de 2012) e verão (janeiro de 2013). Foram determinados o carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) e a respiração basal (C-CO₂). Entre os manejos de cultivo, o sistema ILP-A se destacou dos demais, propiciando condições mais favoráveis para o crescimento microbiano. Por outro lado, o SC promoveu uma redução da biomassa microbiana do solo e da sua atividade, quando comparado aos demais sistemas de manejo.

Termos de indexação: biomassa microbiana, respiração basal, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agrícola, assim como outras práticas de manejo consideradas conservacionistas, apresentam-se como alternativas viáveis para a sustentabilidade do uso do solo (Bayer et al., 2004; Silva et al., 2011). Neste sentido, sistemas de produção que resultam em incremento nos teores da matéria orgânica do solo (MOS) são apontados como mais sustentáveis, sendo a manutenção dos resíduos agrícolas em cobertura e o não revolvimento do

solo, fatores importantes para a melhoria da qualidade deste (Leite et al., 2010).

A qualidade do solo pode ser monitorada a partir de indicadores microbiológicos, os quais possuem a capacidade de disponibilizar informações sobre a dinâmica da MOS (D'andréa et al., 2004). A biomassa microbiana representa a maior fração ativa da MOS e é composta por todos os organismos menores que $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^3$, como fungos, bactérias, actinomicetos, leveduras e demais componentes da microfauna (Gama-Rodrigues, 1999). Este indicador é sensível às mudanças causadas pelas práticas de manejo (Roscoe et al., 2006), possibilitando o seu uso como ferramenta na determinação de opções de manejo sustentáveis (Mercante et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de manejos envolvendo sistemas agrícolas, pecuários e florestais sobre a biomassa microbiana do solo e sua atividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, localizado no Município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul (22°32'56"S; 55°38'56"W; 680 m de altitude). De acordo com a classificação de Köppen, modificada por Peel et al. (2007), as condições atmosféricas da região enquadram-se no tipo climático Cfa, mesotérmico com verões quentes.

O experimento foi implantado em 2009, ocupando uma área total de 16 ha. Antes da implantação, a área vinha sendo cultivada com culturas anuais nos últimos 30 anos. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura média.

As amostras de solo foram coletadas em diferentes sistemas de manejo, dispostos em um modelo experimental físico em faixas, os quais foram considerados como tratamentos: (1) área de lavoura em sistema convencional de preparo do

solo (SC), utilizando-se grades de discos (pesada) + niveladora, sem o uso de rotação de culturas, com monocultivo de soja no verão e milho no outono/inverno; (2) área de lavoura em plantio direto (PD), cultivando-se soja no verão e milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* no outono/inverno; (3) área de silvicultura com eucalipto (EUC), sendo as plantas espaçadas em 2 x 3 m, totalizando-se 1666 plantas ha⁻¹; (4) área de integração lavoura-pecuária (ILP-A), com sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho + braquiária para lavoura, área com lavoura na época de amostragem; (5) área de integração lavoura-pecuária (ILP-B), sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura, área com pastagem na época de amostragem; (6) área de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-A), em sistema com linhas de eucalipto espaçadas a 25 metros e entrelinhas compostas por um sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura, as linhas simples de árvores (eucalipto) totalizam 200 árvores ha⁻¹, área com lavoura na época de amostragem; (7) área de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF-B), em sistema com linhas de eucalipto espaçadas a 25 metros e entre-linhas compostas por um sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem e sucessão soja/milho+braquiária para lavoura, as linhas simples de árvores (eucalipto) totalizam 200 árvores ha⁻¹, área com pastagem na época de amostragem; (8) área de pastagem contínua (PAST), com *Brachiaria brizantha*; (9) área de vegetação nativa (VN), situada próxima ao experimento e composta por Floresta Semidecídua.

As avaliações foram realizadas nas safras de outono/inverno (julho de 2012) e verão (janeiro de 2013). As amostragens de solo foram efetuadas na camada de 0 a 0,10 m de profundidade e em pontos demarcados ao longo de um transecto, utilizando-se seis repetições (amostras), compostas por oito subamostras cada.

O carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi avaliado pelo método da fumigação-extração, conforme proposto por Vance et al. (1987). Para a determinação da respiração basal ou atividade microbiana (C-CO₂), utilizou-se o método da respirometria, modificado segundo De-Polli & Guerra (1997).

Os resultados obtidos foram submetidos à

análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores de C-BMS foram verificados no sistema com vegetação nativa (VN), utilizado como referência nesse estudo; a média das duas épocas de avaliação foi significativamente superior aos sistemas cultivados (**Figura 1**). Isto se deve ao grande aporte de material orgânico ao solo, gerando maior acúmulo de carbono pela biomassa microbiana e uma melhoria nas suas condições de desenvolvimento (Santos et al., 2004).

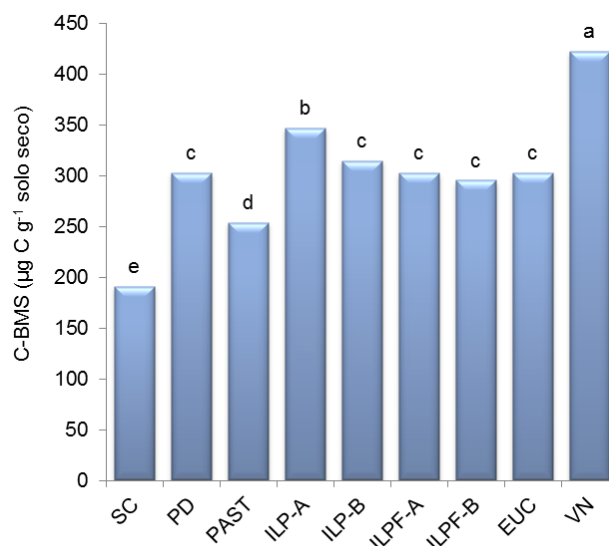


Figura 1 - Carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) determinado em solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Valores médios de duas épocas de avaliação. Médias seguidas de letras diferentes contrastam pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Sistema convencional (SC), plantio direto (PD), pastagem (PAST), integração lavoura-pecuária A (ILP-A), integração lavoura-pecuária B (ILP-B), integração lavoura-pecuária-floresta A (ILPF-A), integração lavoura-pecuária-floresta B (ILPF-B), eucalipto (EUC) e vegetação nativa (VN).

Em relação aos sistemas de cultivo, constatou-se que o sistema ILP-A propiciou condições mais favoráveis para o crescimento microbiano (C-BMS), quando comparado aos demais sistemas produtivos. Já os sistemas PD, ILP-B, ILPF-A, ILPF-B e EUC apresentaram condições similares entre si, sendo, contudo, superiores ($p < 0,05$) aos sistemas com monocultivo de pastagem (PAST) e aquele sob preparo convencional (SC). Observa-se, ainda, que

os menores teores de C-BMS foram verificados no SC (**Figura 1**). Vale ressaltar, que a presença de resíduos na superfície do solo afeta positivamente a microbiota, favorecendo o seu desenvolvimento (Mercante et al., 2008). Dessa forma, é possível aumentar e/ou conservar a biomassa microbiana através da utilização de sistemas de manejo conservacionistas (Matias et al., 2009).

A respiração basal (C-CO₂), utilizada para estimativa da atividade microbiana, do mesmo modo que o C-BMS, foi influenciada pelos sistemas de manejo avaliados. Os valores mais elevados da atividade microbiana ocorreu na VN e, entre os sistemas de produção, também foram verificados no sistema ILP-A, embora não tenha sido diferente ($p < 0,05$) dos demais sistemas produtivos, exceto ILPF-A, PD e SC (**Figura 2**). Segundo Cattelan & Vidor (1990), o teor da biomassa microbiana encontra-se positivamente relacionado com a liberação de CO₂, ou seja, a atividade microbiana normalmente está associada à quantidade de microrganismos.

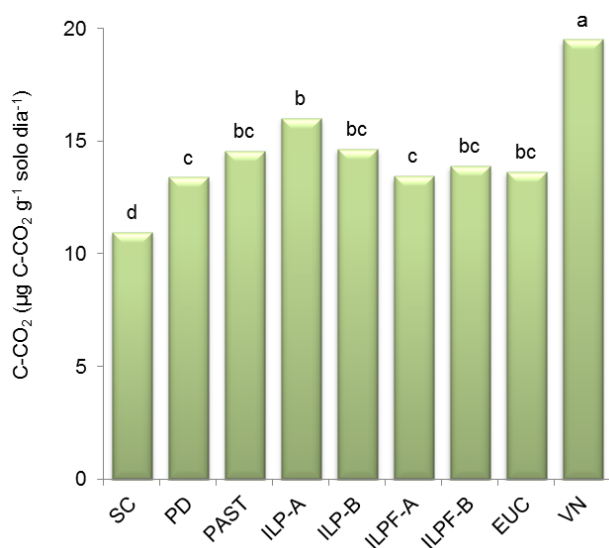


Figura 2 - Respiração basal (C-CO₂) determinada em solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Valores médios de duas épocas de avaliação. Médias seguidas de letras diferentes contrastam pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Sistema convencional (SC), plantio direto (PD), pastagem (PAST), integração lavoura-pecuária A (ILP-A), integração lavoura-pecuária B (ILP-B), integração lavoura-pecuária-floresta A (ILPF-A), integração lavoura-pecuária-floresta B (ILPF-B), eucalipto (EUC) e vegetação nativa (VN).

Deve-se salientar que uma alta taxa de respiração pode ser interpretada como uma característica desejável, visto que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para as plantas (Roscoe et al., 2006). Contudo, também pode ser indicativo de estresse sobre a biomassa microbiana pela perturbação no solo, principalmente pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas durante as atividades no SC (Matias et al., 2009).

CONCLUSÕES

A vegetação nativa apresentou os valores mais elevados para ambos os parâmetros avaliados (C-BMS e C-CO₂), indicando maior equilíbrio biodinâmico.

Entre os manejos de cultivo, o sistema ILP-A se destacou dos demais, propiciando condições mais favoráveis para o crescimento microbiano. Por outro lado, o SC promoveu uma redução da biomassa microbiana do solo e da sua atividade, quando comparado aos demais sistemas de manejo.

AGRADECIMENTOS

Bruno Agostini Colman agradece à Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de Mestrado concedida. Fábio Martins Mercante agradece ao CNPq pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biol. Biochem.*, 22:251-255, 1990.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. & PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:677-683, 2004.
- CATTELAN, A.J. & VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. *R. Bras. Ci. Solo*, 14:133-142, 1990.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N. & GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e formas de nitrogênio mineral em solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 39:179-186, 2004.



DE-POLLI, H. & GUERRA, J.G.M. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: método da fumigação-extração. Seropédica: Embrapa–CNPAB, 1997. 13p. (Embrapa–CNPAB. Documentos, 37).

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 cultura. *Pesq. Agropec. Trop.*, 37:22-30, 2007.

GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 227-243.

LEITE, L.F.C.; GALVÃO, S.R.S.; HOLANDA NETO, M.R.; ARAÚJO, F.S. & IWATA, B.F. Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*, 14:1273-1280, 2010.

MATIAS, M.C.B.S.; SALVIANO, A.A.C.; LEITE, L.F.C.; ARAUJO, A.S.F. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. *Acta Sci. Agron.*, 31:517-521, 2009.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Sci. Agron.*, 34:479-485, 2008.

PEELL M.C.; FINLAYSON B.L. & MCMAHON T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11:1633-1644, 2007.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; MENDES, I.C.; REIS JUNIOR, F.B.; SANTOS, J.C.F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. (Ed.). *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.163-198.

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. *Rev. Bras. Agrocienc.*, 10:333-338, 2004.

SILVA, E.F.; LOURENTE, E.R.P.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M.; FERREIRA, A.K.T.; FUJJI, G.C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. *Pesq. Agropec. Bras.*, 46:1321-1331, 2011.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.*, 19:703-707, 1987.