



## **BIOMASSA MICROBIANA E ESTRUTURA DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

*Michely Tomazi<sup>1</sup>; Patrícia Helena Junqueira<sup>2</sup>; Roseline da Silva Coêlho<sup>2</sup>; Júlio César Salton<sup>1</sup>; Lenise Castilho Monteiro<sup>2</sup>; Isa Mayane de Oliveira da Silva<sup>3</sup>; Marcelo Henrique da Silva Souza<sup>3</sup>*

(1) Embrapa Agropecuária Oeste; michely.tomazi@embrapa.br; (2) Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; (3) Universidade da Grande Dourados

### *SOIL MICROBIAL BIOMASS AND STRUCTURE IN AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEMS*

#### **1. Introdução**

Os sistemas de produção agrícola envolvem diferentes manejos do solo, com alternância ou não de culturas ao longo do tempo, o que influencia diretamente a qualidade do solo. Componentes como tipo de cultura, quantidade e qualidade do material residual aportado pelas culturas, sistema de preparo de solo, temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de nutrientes, entre outros, variam entre os sistemas de produção.

As interações entre estes componentes do sistema de produção irão resultar em variações nos atributos químicos, físicos e biológicos. Os atributos biológicos, em geral, são os mais sensíveis às alterações causadas pelo manejo. Dentre eles, a biomassa microbiana do solo (BMS) e a atividade da BMS representam a microbiota do solo e são utilizados como indicadores biológicos (bioindicadores) da qualidade do solo (Balota et al., 1998; Franchini et al., 2007).

A microbiota do solo representa a fração viva da matéria orgânica, atua na ciclagem de energia e nutrientes, regulando as transformações da matéria orgânica e atuando na manutenção da estrutura do solo. Desta forma, podem fornecer informações úteis sobre a dinâmica do reservatório lábil da matéria orgânica do solo, bem como indicar alterações decorrentes de diferentes práticas agrícolas, como o manejo dos solos e das culturas (Franchini et al., 2007).

Em situações de baixa entrada de resíduos orgânicos há uma redução na BMS, devido à pouca disponibilidade de alimento para crescimento populacional dos microrganismos. O revolvimento do solo pode contribuir para um aumento da BMS por curto período de tempo, acelerando a taxa de decomposição dos resíduos, devido a incorporação dos mesmos e exposição do material orgânico protegido em agregados, contribuindo também para redução da BMS ao longo do tempo.

Por outro lado, em situações com maior deposição de resíduos orgânicos no solo e com grande quantidade de raízes, há estímulo da biomassa microbiana, o que acarreta seu aumento populacional e sua atividade (Bonetti et al., 2018). Em sistemas de integração lavoura-pecuária, o benefício mútuo da lavoura para pastagem e vice-versa, em geral, aumentam a produção das culturas e o aporte de biomassa residual na área. Na pastagem, logo após a lavoura, há uma maior produção, tanto da parte aérea como das raízes, estimulando o crescimento da população de BMS (Souza et al., 2010). Além disso, excreções dos animais, na forma de esterco e de urina, irão influenciar a dinâmica do C orgânico no solo, disponibilizando compostos orgânicos lábeis, bem como ciclagem de nutrientes para as pastagens (Haynes; Williams, 1999).

Dentre os atributos físicos, a estrutura do solo reflete a interação entre diferentes componentes do sistema de produção. Quanto menor revolvimento, melhor será a estrutura do solo,



devido a maior quantidade de material aportado, via restos culturais, sobre o solo e raízes, entre outros (Bonetti et al., 2018).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos sistemas de produção agrícola sobre a biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico e estruturação do solo em um Latossolo Vermelho distroférico típico, na região de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul (MS).

## 2. Materiais e Métodos

### Descrição da área

O estudo foi conduzido numa área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada no Município de Ponta Porã, MS (22°32'56"S; 55°38'56"W; 680 m de altitude). De acordo com a classificação de Köppen, as condições atmosféricas da região enquadram-se no tipo climático Cfa, mesotérmico com verões quentes. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura média. O experimento foi implantado em 2009, com diferentes sistemas de manejo, dispostos em um modelo experimental físico, em faixas. As avaliações foram realizadas em abril de 2018 nos tratamentos: área de lavoura em plantio convencional (PC) de preparo do solo com monocultivo de soja no verão e milho no outono/inverno; área de lavoura em plantio direto (PD) com a sucessão de culturas: soja no verão e milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* no outono/inverno; área de integração lavoura-pecuária-pastagem (ILP-past), com sistema rotacionado a cada dois anos, utilizando-se *Brachiaria brizantha* para pastagem; e sucessão soja/milho + braquiária para lavoura (ILP-lav). As amostragens de solo foram coletadas na camada de 0 a 10 cm de profundidade e em pontos demarcados ao longo de um transecto, utilizando-se seis repetições (amostras), compostas por oito subamostras cada.

### Análises microbiológicas do solo

As amostras de solo foram passadas por peneira de 2,0 mm de malha, a fim de retirar as raízes e resíduos visíveis de plantas e pequenos organismos, e posteriormente armazenadas em sacos de plásticos em ambiente refrigerado.

As análises do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) foram realizadas pelo método da fumigação-extração (Vance et al., 1987). Metade das amostras foram fumigadas (F) por 48 horas, em um dessecador contendo uma placa de Petri com 25 mL de clorofórmio livre de álcool, enquanto as amostras não fumigadas (NF) foram mantidas em temperatura ambiente. Após a fumigação, foi feita a extração do C nas amostras fumigadas e não fumigadas, adicionando-se 50 mL de  $K_2SO_4$  0,5 mol L<sup>-1</sup> nas amostras de solo, que foram posteriormente submetidas à agitação horizontal (150 rpm) por 30 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi filtrado e o teor de carbono (C) determinado via espectrofotometria (Silva et al., 2013), e o carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) determinada utilizando a fórmula:

$$C - BMS = \frac{mgC \text{ de solo fumigado} - mgC \text{ de solo não fumigado}}{Kec}$$

O Kec representou a quantidade de carbono proveniente da biomassa microbiana, que é extraída com  $K_2SO_4$  após a fumigação.

Para a determinação da respiração basal do solo ou atividade microbiana (C-CO<sub>2</sub>), as amostras de solo foram incubadas por sete dias, em frasco hermeticamente fechado, o CO<sub>2</sub> emitido, capturado por uma solução de NaOH 1 M, e mantidas em local isento de luminosidade, com temperatura em torno de 25 a 28 °C.

Após o processo de incubação, foi adicionado 2 mL de BaCl<sub>2</sub> 10% em frasco contendo



NaOH, para a completa precipitação do CO<sub>2</sub>. Posteriormente, foram adicionadas 2 gotas de fenolftaleína 1% e titulado com solução 0,5 M de ácido clorídrico padronizada. O cálculo do C emitido na forma de CO<sub>2</sub> foi determinado pela equação:

$$C - CO_2: (mg \text{ de } C - CO_2 \text{ } kg^{-1} \text{ solo } hora^{-1}) = \left( \frac{(V_b - V_a) \cdot M \cdot 6.1000}{P_s} \right) / T$$

Onde RBS = carbono oriundo da respiração basal do solo; V<sub>b</sub> (mL) = volume de ácido clorídrico gasto na titulação da solução controle; V<sub>a</sub> (mL) = volume gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do HCL; P<sub>s</sub> (g) = massa de solo seco e T= tempo de incubação da amostra em horas.

O quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi determinado pela razão do fluxo de C-CO<sub>2</sub> do solo pelo conteúdo de C-BMS (Anderson; Domsch,1993).

### Índice de Qualidade da Estrutura do Solo (IQEs)

Em cada repetição de campo, foi retirado um bloco indeformado de 0-25 cm, para avaliação visual da estrutura do solo, pelo método Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES), de acordo Ralisch et al. (2017). A nota atribuída variou de 1 a 6, sendo 6 a melhor condição de estrutura. Foram observados tamanho e forma dos agregados e torrões, presença ou não de feições de compactação ou outra modalidade de degradação do solo, forma e orientação das fissuras, rugosidade das faces de ruptura, resistência à ruptura, distribuição e aspecto do sistema radicular e de evidências de atividade biológica. A média geral das notas dos pontos amostrados compôs o índice de qualidade da estrutura do solo (IQEs).

### Análises estatística

Para as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico R Studio Versão 3.5.2, pacote *ExpDes.pt* versão 1.2.0. Os dados foram submetidos a análise de variância; quando identificadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## 3. Resultados e Discussão

Os maiores teores de C-BMS foram encontrados nas áreas com integração lavoura-pecuária. A ILP na fase pastagem (ILP-past) apresentou os maiores valores, diferindo estatisticamente das áreas de lavoura em PD e PC. Já a área de ILP na fase lavoura (ILP-lav) apresentou valores iguais estatisticamente, às outras áreas com lavoura. Não houve diferença nos teores de biomassa no SPD e PC. Esses resultados sugerem que a quantidade e qualidade dos resíduos orgânicos sob os sistemas integrados são mais variados, quando comparados aos outros sistemas analisados, gerando uma fonte maior de nutrientes para os microrganismos, ocasionando o aumento da C-BMS, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Souza et al., 2010; Kleina, 2017).

A respiração basal do solo, também foi afetada pelos sistemas de produção. O valor mais elevado ocorreu nos sistemas ILP-past, seguido do ILP-lav, SPD e PC. A quantidade de C-CO<sub>2</sub> liberada do solo está associada à quantidade de microrganismos, que estão constantemente decompondo os materiais orgânicos disponíveis no solo. 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). No caso da área com ILP, o aporte constante de resíduos de resíduos e exsudados radiculares podem garantir uma elevada população microbiana ativada sem prejuízos para o carbono da biomassa microbiana do solo (Kuzyakov, 2010)



Por outro lado, uma elevada taxa de liberação de C-CO<sub>2</sub> poderia ocorrer após operações mecanizadas, representando um estresse à biomassa microbiana (Matias et al., 2009). No caso deste experimento, como a coleta foi realizada no final do cultivo da soja, provavelmente o CO<sub>2</sub> proveniente da decomposição dos resíduos incorporados, após mecanização, já havia sido liberado.

Tabela 1. Médias carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), respiração basal do solo (C-CO<sub>2</sub>), quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) e Índice de qualidade estrutural do solo (IQEs) em sistemas de plantio convencional (PC), plantio direto (SPD), sistema de integração lavoura-pecuária nas fases pecuária (ILP-past) e lavoura (ILP-lav, sob um Latossolo Vermelho distroférico, na profundidade de 0-10 cm, em Ponta Porã, MS.

| Sistemas de produção | C-BMS<br>(µg C g <sup>-1</sup> solo seco) | C-CO <sub>2</sub><br>(µg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> solo dia <sup>-1</sup> ) | qCO <sub>2</sub><br>(µg C-CO <sub>2</sub> µg <sup>-1</sup> CBMS h <sup>-1</sup> ) | IQEs         |
|----------------------|---|---|---|--------------|
| PC                   | 182,71b                                   | 9,62c   | 23,59 <sup>ns</sup>   | 2,30b        |
| SPD                  | 178,54b                                   | 14,80bc   | 36,44 <sup>ns</sup>   | 3,72ab       |
| ILP-past             | 299,08a                                   | 23,39a  | 32,67 <sup>ns</sup>   | 4,95a        |
| ILP-lav              | 212,59ab                                  | 17,50ab   | 36,61 <sup>ns</sup>   | 4,97a        |
| CV (%)               | <b>26,83</b>                              | <b>26,32</b>  | <b>33,79</b>  | <b>24,33</b> |

O quociente metabólico (C-CO<sub>2</sub>) não diferiu entre os sistemas de produção analisados.

O IQEs seguiu o comportamento da C-BMS, sendo os sistemas ILP-past e ILP-lav, respectivamente, com maior biomassa e melhor estrutura do solo. Ambos atributos apresentaram uma correlação positiva, com  $r = 0,81$  (C-BMS = 60,36 IQEs - 21,63). Os microrganismos têm papel essencial na estruturação do solo, na união de partículas e pequenos agregados, formando agregados maiores. No entanto, as raízes são as responsáveis pela formação de agregados maiores e mais resistentes, com aspecto grumoso e presença de poros, classificados no DRES com notas altas (Ralisch et al., 2017). A presença da braquiária no sistema ILP sob pastejo, contribui para aumento no diâmetro e estabilidade dos agregados (Salton et al., 2008).

De forma geral, os atributos da biomassa microbiana e a estrutura do solo foram influenciados pelos sistemas de manejo do solo, sendo que os sistemas mais complexos ILP-past e ILP-lav apresentaram os maiores índices, o que pode estar relacionado com maior variedade e qualidade de material orgânico no solo, podendo ser considerada com uma opção viável de produção, para atingir maior nível de sustentabilidade ambiental e das atividades agrícolas.

#### 4. Conclusões

A fase pastagem na ILP é importante para reestabelecimento da BMS. O solo cultivado com lavoura após rotação com pastagens (ILP-lav) apresenta maior agregação em relação ao PC; o mesmo não ocorre quando há apenas lavoura na rotação, como é o caso do SPD.

#### Agradecimentos

Agradecimentos à Rede de Fomento ILPF pela contribuição na manutenção da área experimental e Itaipu Binacional, pelo projeto em parceria SoloVivo e pelo custeio das avaliações.

#### Referências



- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient of CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, San Diego, v. 25, n. 3, p. 393-395, Mar. 1993.
- 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. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 641-649, out./dez. 1998.
- BONETTI, J. de A.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. de; CARNEIRO, M. A. C.; CAETANO, J. O. Soil physical and biological properties in an integrated crop-livestock system in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 11, p. 1239-1247, nov. 2018.
- FRANCHINI, J. C.; CRISPINO, C. C.; SOUZA, R. A.; TORRES, E.; HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 92, n. 1-2, p. 18-29, Jan. 2007.
- HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Influence of stock camping behaviour on the soil microbiological and biochemical properties of grazed pastoral soils. **Biologly of Fertility Soils**, v. 28, n. 3, p. 253-258, Jan. 1999.
- KLEINA, G. B. **Biomassa microbiana e carbono mineralizável no solo em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2017. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KUZYAKOV, Y. Priming effects: Interactions between living and dead organic matter. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 9, p. 1363-1371, Sept. 2010.
- MATIAS, M. da C. B. da S.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. de. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. **Acta Scientiarum: agronomy**, v. 31, n. 3, p. 517-521, July/Sept. 2009.
- RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. S.; DE BONA, F. D. Diagnóstico rápido da estrutura do solo - DRES. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 184-197.
- 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. 304 p.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 11-21, jan./fev. 2008.
- SILVA, A. O. da; DIAS, M. M.; MARTINS, N. M.; SILVA, W. M.; MERCANTE, F. M. Métodos comparativos de quantificação dos teores de carbono da biomassa microbiana e carbono orgânico do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Ciência do solo: para quê e para quem: anais**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 4 p.
- SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 79-88, jan./fev. 2010.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.