

BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVOS COM MILHO SAFRINHA

Ricardo Fachinelli⁽¹⁾, Denise Prevedel Capristo⁽¹⁾, Hadassa Kathyuci Antunes de Abreu⁽¹⁾, Larissa da Silva Magalhães⁽²⁾, Michely Tomazi⁽³⁾ e Gessi Ceccon⁽⁴⁾

1. Introdução

O solo é o ambiente fornecedor de suporte, água e elementos necessário para o desenvolvimento das culturas. Nele, ocorrem diversas reações químicas e bioquímicas, que possibilitam a ciclagem dos nutrientes, que constituem a matéria orgânica. Segundo Garbisu et al. (2011) melhorias em conjunto nos parâmetros químicos, físicos e biológicos das frações do solo resultam em incrementos de conservação da área e na dinâmica produtiva, o que fundamenta o conceito de qualidade do solo.

Os atributos de qualidade do solo podem ser mensurados através do uso de indicadores físicos, químicos e biológicos, que estão relacionados com atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do sistema (Araújo e Monteiro, 2007). Quando estudado de forma única, os atributos microbiológicos visando a avaliação da qualidade do solo possibilitam uma resposta precisa a curto prazo, uma vez que, estes indicadores respondem de forma mais rápida às alterações ambientais e do uso do solo (Lourente et al., 2011).

A parte viva e ativa da matéria orgânica do solo (MOS), a biomassa microbiana do solo (BMS) e seus derivados bem como a atividade enzimática, apresentam importante papel em funções-chave, como o controle da decomposição e o acúmulo de matéria orgânica no ambiente, regulação do fluxo de matéria e energia do solo, ciclagem de nutrientes e solubilização de nutrientes (Roscoe et al., 2006). Com o uso desses indicadores biológicos do solo, é possível realizar um estudo mais preciso da dinâmica da matéria orgânica e do uso do solo, bem como dos potenciais benefícios das culturas implantadas na área em estudo.

⁽¹⁾Engenheiro (a) Agrônomo(a), Doutorando(a) em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. E-mail: rfachinelli@hotmail.com; denise_prevedel@hotmail.com; hadassa.antunes@gmail.com

⁽²⁾Graduanda em Agronomia, Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN, Dourados, MS. E-mail: agromagalhaes20@hotmail.com

⁽³⁾Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. E-mail: michely.tomazi@embrapa.br

⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Dr., Analista, Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS. E-mail: gessi.ceccon@embrapa.br

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar cultivos de outono-inverno utilizando indicadores microbiológicos do solo como parâmetro de qualidade de solo, em Dourados, Mato Grosso do Sul.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Agropecuária Oeste, localizada no município de Dourados – MS, nas coordenadas geográficas 22°13'S e 54°48'W a 408m de altitude. O clima da região é classificado como Am (Tropical Monçônico), segundo a classificação de Köppen, com verões quentes e invernos secos (Fietz et al., 2013). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa (Santos et al, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro sistemas de cultivo: 1) sucessão soja e milho safrinha solteiro, 2) sucessão soja e consórcio milho-braquiária, 3) sucessão soja e feijão-caupí e 4) pastagem de braquiária por cinco anos (Tabela 1).

Tabela 1. Histórico das áreas de cultivos avaliadas na safrinha 2018 com referência às culturas estabelecidas nos anos de 2016 e 2017, em Dourados – MS, 2019

ANO	----- 2016 -----		----- 2017 -----		----- 2018-----
CULTURA	Consorcio	Soja	Braquiária	Soja	Caupí
	Braquiária	Soja	Caupí	Soja	Consorcio
	Milho	Soja	Milho	Soja	Milho
	Braquiária	Braquiária	Braquiária	Braquiária	Braquiária

As culturas foram dessecadas no dia 14 de setembro de 2018, com a aplicação de 1,44 L ha⁻¹ e.a. de glifosato, com a finalidade de preparar a área para o cultivo de verão da soja. As amostras de solo foram coletadas no dia 15 de outubro de 2018, 28 dias após a dessecação da área, com auxílio de um trado tipo “holandês” na camada de 0-10 cm, excluindo-se o material vegetal morto sobre a cobertura do solo. Foram coletadas quatro sub amostras para formar uma amostra composta para cada repetição.

As amostras foram acondicionadas em caixas térmicas de isopor no campo que posteriormente foram levadas a câmara fria, onde ficaram armazenadas por três dias (com temperatura de armazenamento de ±7° C) até início das avaliações no laboratório de Microbiologia do solo da Embrapa Agropecuária Oeste.

A atividade da biomassa microbiana foi obtida pelo método da fumigação-extração, proposto por Vance et al. (1987) e o quociente metabólico (qCO₂), definido pela relação entre

a respiração e a biomassa. Também foi realizada a determinação da atividade da enzima e β -glucosidase, seguindo a metodologia descrita por Tabatabai (1994).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3. Resultados e Discussão

Para os atributos microbiológicos do solo avaliados neste experimento, verificou-se que houve diferença significativa entre cultivos de safrinha para atividade da biomassa microbiana do solo (C-BMS) e para o cociente metabólico ($qC-CO_2$), como pode ser observado na Tabela 1.

Para C-BMS foi observado maior valor no cultivo do milho solteiro na safrinha do ano avaliado sem diferir estatisticamente do consórcio. O menor valor encontrado para atividade da biomassa microbiana foi em pastagem estabelecida desde 2013, sendo 46,31% inferior ao milho solteiro.

Tabela 2. Carbono da biomassa microbiana do solo (BMS), Respiração basal da biomassa microbiana do solo (C-CO₂) e quociente metabólico ($qC-CO_2$) em função dos sistemas de cultivo safrinha 2018 em solo argiloso em Dourados, MS, 2019.

CULTIVOS	C-BMS (0,001 mg g ⁻¹)	C-CO ₂ (0,001 mg g ⁻¹ ss dia ⁻¹)	$qC-CO_2$
Milho safrinha	175,21 a	15,60 a	35,45 b
Feijão-caupí	128,95 b	18,73 a	59,57 a
Consórcio milho-braquiária	171,50 a	19,00 a	50,68 ab
Braquiária cinco anos	119,75 b	15,91 a	63,34 a
Média	148,85	17,31	62,7
C.V.(%)	16,52	37,37	54,95

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$ de probabilidade. CV(%): coeficiente de variação expresso em porcentagem.

De acordo com Lopes et al. (2018), que apresentam uma tabela com valores de referência base para solos argilosos do Cerrado, os valores para C-BMS e C-CO₂ encontrados são inferiores aos valores referência de 205 e 40 mg de C g⁻¹ de solo respectivamente, indicando baixa atividade microbiana nos sistemas de cultivos estudados.

Um dos fatores que podem explicar os baixos valores obtidos para C-BMS nesta avaliação é o fato de o solo ter sido coletado em um período de escassez pluviométrica na área experimental.

Ao realizar estudo semelhante, porém com a avaliação dos atributos microbiológicos do solo em fase reprodutiva da soja, que está associado a um período de disponibilidade

hídrica no sistema, Luz (2018) verificou maior atividade do C-BMS em sistema de milho consorciado com braquiária. Os valores encontrados por Luz (2018) demonstram um valor de C-BMS em sistema de consorcio milho-braquiária 63,6% superior que o sistema de sucessão soja-milho safrinha.

Quando observados os valores para cociente metabólico, o menor valor se encontra em cultivo de milho safrinha solteiro. Isso denota que, mesmo apresentando alta disponibilidade de microrganismos nesse sistema a atividade desta esta baixa, visto que o valor que quantifica sua capacidade de transformação da MOS ($qC-CO_2$) é inferior aos demais sistemas. O cultivo de feijão-caupí na safrinha, com rotação e diversificação de resíduos e os resíduos constantes da braquiária em pastagem estabelecida com animais apresentam maior taxa de atividade dos microrganismos presentes nestas condições, com maior eficiência de transformação dos resíduos em MOS.

A avaliação com atividade da enzima β -glucosidase apresentou diferença estatística entre os sistemas de cultivo (Tabela 2). Esta enzima está relacionada ao ciclo do carbono e a degradação da matéria orgânica presente no solo por um período mais logo que a atividade da biomassa microbiana proporciona.

Tabela 2. Atividade da enzima B-glucosidase em sistemas de cultivo safrinha 2019 em solo argiloso em Dourados, MS.

Cultivos	β –Glucosidase (mg p-nitrofenol kg ⁻¹ de solo h ⁻¹)
Milho safrinha	128,75 ab
Feijão-caupí	151,58 a
Consórcio milho-braquiária	138,00 ab
Braquiária em pastejo 5 anos	110,50 b
Média	132,21
C.V. (%)	12,520

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$ de probabilidade. CV(%): coeficiente de variação expresso em porcentagem.

A rotação com cultivo de feijão-caupí na safrinha de 2018 apresentou o maior valor referente a atividade da enzima β -glucosidase (151,58 mg p-nitrofenol kg⁻¹ de solo h⁻¹), sem diferir estatisticamente do consorcio milho-braquiária (138,00 mg p-nitrofenol kg⁻¹ de solo h⁻¹) e do sistema de sucessão milho-soja (128,75 mg p-nitrofenol kg⁻¹ de solo h⁻¹). Entretanto, a pastagem estabelecida desde 2013 apresentou a menor atividade enzimática, estando 37,17% abaixo do cultivo com feijão-caupí.

Com os dados obtidos neste trabalho para Carbono da biomassa microbiana é possível demonstrar a importância de diversificar as culturas para qualidade biológica do solo.



Mesmo sendo a sucessão soja-milho uma prática simples, o fato de cultivar uma gramínea e uma leguminosa proporcionou maior atividade microbiana que a pastagem estabelecida.

Novamente, a diversificação de culturas em SPD foi um fator que influenciou os valores da atividade da enzima β -glucosidas, uma vez que, a variação de resíduos deixado pelas culturas fornecem diferentes fontes de C que possuem diferentes intensidades de mineralização. Isso contribui para o aumento da matéria orgânica, em diferentes níveis na camada de 0-10 cm avaliada. Já a braquiária solteira, aportou apenas um tipo de material vegetal ao solo, com uma relação C/N alta, dificultando a mineralização desse material no solo e contribuindo para a baixa atividade desta enzima.

4. Conclusão

A utilização de diferentes culturas como a sucessão soja-milho safrinha, ou alternando leguminosa e gramínea ou no outono-inverno potencializa a atividade dos microrganismos do solo.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN D. L.; Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2013. 1 CD-ROM; CONBEA 2013.

GARBISU, C.; ALKORTA, I.; EPELFDE, L. Assessment of soil quality using microbial properties and attributes of ecological relevance. **Applied Soil and Ecology**, v. 49, p.1-4, 2011.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GASPARINI, A. S.; GOMES, C. F.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.

LOPES, C. A. A; SOUSA, M. G. D.; REIS JR, B. F.; FIGUEIREDO, C. C.; MALAQUIAS, V. J.; SOUZA, M. L.; MENDES, C. I. Temporal variation and critical limits of microbial indicators in oxisols in the Cerrado, Brazil. **Geoderma regional**, Madison v.12, p. 72–82, 2018.



LUZ, R. A. D. Bioindicadores de qualidade do solo e produtividade da soja inoculada com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em sucessão de cultivos. **Dissertação** – Mestrado em Agronomia – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS. 2018.

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, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

TABATABAI, M.A. Soil enzymes. In: WEAVER, R.W.; SCOTT, A. & BOTTOMELEY, P.J.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, M. A. eds. **Methods of soil analysis: Microbiological and Biochemical Properties**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p. 778-835. (Special Publication, Microbial and Biochemical Properties 5).

VANCE, C. P. Root–bacteria interactions: symbiotic N₂ fixation. In **Plant Roots: The Hidden Half** (Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi, eds.), p. 839–867. Dekker, New York, 2002.