

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO E USO DE PLANTAS DE COBERTURA

ALINE S. M. DALPIAN¹, ZIGOMAR M. SOUZA², JÉSSICA H. GOMES³, ADRIANA P. DIAS DA SILVEIRA⁴

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, aline.dalpian@feagri.unicamp.br

²Eng. Agrônomo, Professor Titular, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, zigomarms@feagri.unicamp.br

³Bióloga, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, j225221@dac.unicamp.br

⁴Eng. Agrônoma, IAC, Campinas-SP, adriana.silveira@sp.gov.br

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O monitoramento dos atributos microbiológicos é essencial para a avaliação da qualidade do solo, devido sua rápida capacidade de resposta às mudanças de manejo do solo e da cultura. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os indicadores microbiológicos do solo em função das diferentes plantas de cobertura associadas aos distintos sistemas de preparo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três sistemas de preparo do solo: 1- Plantio direto com gradagem a 0,20 m; 2- Cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m; e 3- Preparo convencional com aração a 0,40 m; as subparcelas receberam cinco plantas de coberturas: I- Crotalária; II- Milheto; III- Sorgo; IV- Mix 1 (7% crambe, 13% guandu anão, 25% trigo mourisco, 5% nabo forrageiro, 25% *C. spectabilis* e 25% *C. ochroleuca*); e V- Mix 2 (50% *C. spectabilis* e 50% milheto), num total de 45 parcelas experimentais. Todos os indicadores microbiológicos analisados – carbono da biomassa microbiana, respiração basal, atividade das enzimas arilsulfatase, β -glicosidase, fosfatase ácida e celulase foram maiores na camada de 0,00-0,10 cm. Maiores valores de carbono da biomassa, atividades de celulase, fosfatase ácida e arilsulfatase foram observados no sistema de plantio direto.

PALAVRAS-CHAVE: atividade microbiana, mix de plantas, enzimas do solo

MICROBIOLOGICAL INDICATORS UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS AND USE OF COVER CROPS

ABSTRACT: The monitoring of these microbiological attributes is essential for the evaluation of soil quality, due to their rapid responsiveness to changes in soil and crop management. The objective of this study was to evaluate the soil microbiological indicators as a function of different cover crops associated with different tillage systems. The experimental design was randomized block design with three soil preparation systems: 1- No-till with harrowing at 0.20 m to control spontaneous plants; 2- Minimal tillage with subsoiling at 0.45 m; and 3- Conventional tillage with plowing at 0.40 m; the subplots received five cover crops: I- Crotalaria; II- Millet; III- Sorghum; IV- Mix 1 (7% crambe, 13% dwarf rye-grass, 25% buckwheat, 5% turnip rape, 25% *C. spectabilis* and 25% *C. ochroleuca*); and V- Mix 2 (50% *C. spectabilis* and 50% millet), in a total of 45 experimental plots. All microbiological indicators analyzed - microbial biomass carbon, basal respiration, activity of the enzymes arylsulfatase, β -glucosidase, acid phosphatase and cellulase were higher in the 0,00-0,10 m layer. Higher values of biomass carbon, cellulase activity, acid phosphatase and arylsulfatase were observed in the no-till farming system.

KEYWORDS: microbial activity, plant mix, soil enzymes

INTRODUÇÃO: Atualmente, ao surgirem novas tecnologias para a produção de cana-de-açúcar como a colheita mecanizada, a rotação de cultura, a utilização do sistema plantio direto, controle biológico de pragas, além da adubação verde e orgânica, a facilidade para adoção de técnicas agroecológicas que levam à prática do manejo orgânico do solo têm aumentado (CERVI et al., 2015; VIZIOLI et al., 2021). Sendo que as principais vantagens no uso das plantas de cobertura são: aumento de carbono orgânico, atividade microbiana e ciclagem de nutrientes que incrementam os teores de N, P, K, Ca e Mg, consequentemente aumentando a CTC do solo, trazendo também melhorias nos atributos físicos como a estabilização de agregados (FARHATE et al., 2022). A compreensão das atividades enzimáticas é importante, pois atuam como indicadoras do estado de degradação e manutenção do solo, uma vez que participam de diversas atividades biológicas do solo e respondem rapidamente às mudanças no manejo (DAS; VARMA, 2010). A respiração basal do solo (RBS) está relacionada à umidade, aeração, teor de matéria orgânica e temperatura do solo, que são fatores abióticos (CATTELAN; VIDOR, 1990), e por isso, apresenta alta sensibilidade a perturbações. Segundo dados da FIBL – Research Institute of Organic Agriculture, o mercado global de alimentos orgânicos atingiu, em 2019, mais de 106 bilhões de euros, sendo os Estados Unidos o líder de mercado ultrapassando os 44 bilhões de euros, seguido pela Alemanha (12 bilhões de euros) e a França (11 bilhões de euros) (IFOAM, 2021). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os indicadores microbiológicos do solo em função das diferentes plantas de cobertura associadas aos distintos sistemas de preparo.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo está sendo conduzido em condições de campo em uma área experimental localizada no município de Goiatuba, Goiás, Brasil, posicionado aos 18°3'18.07" de latitude sul e 49°39'54.22" de longitude oeste e com altitude média de 690 m. Trata-se de uma área de renovação de canavial pertencente à Usina Goiasa, onde o clima da região é classificado como tropical com estação seca (Aw) segundo a classificação climática de Köppen onde as chuvas ficam entre 1.600 e 1.900 mm ano⁻¹, com média anual de temperatura de 20 °C. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho típico, com textura argilosa (350 a 600 g kg⁻¹ de argila, com horizonte A moderado). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas corresponderam aos três sistemas de preparo do solo: 1- Plantio direto com gradagem a 0,20 m para controle de plantas espontâneas; 2- Cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m; e 3- Preparo convencional com aração a 0,40 m; as subparcelas receberam cinco plantas de coberturas: I- Crotalária (*Crotalaria spectabilis*); II- Milheto (*Pennisetum glaucum*); III- Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench); IV- Mix 1 (7% crambe - *Crambe abyssinica* Hochst, 13% guandu anão - *Cajanus cajan*, 25% trigo mourisco - *Fagopyrum esculentum*, 5% nabo forrageiro - *Raphanus sativus* L., 25% *C. spectabilis* e 25% *C. ochroleuca*); e V- Mix 2 (50% *C. spectabilis* e 50% milheto), num total de 45 parcelas experimentais. Cada parcela experimental apresenta 7 linhas de cana-de-açúcar, distribuídas em 29 m de largura (espaçamento entrelinhas de 1,5 m) e 10 m de comprimento (300 m²). Foram feitas amostragens de solo nas profundidades de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m. O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi determinado pelo método de fumigação - extração (TATE et al., 1988); a respiração basal pelo método da incubação e titulação com HCl (JENKINSON; POWLSON, 1976) e a atividade de fosfatase ácida, arilsulfatase e glicosidase por método colorimétrico (TABATABAI, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De modo geral, os indicadores microbiológicos de qualidade do solo referente às atividades enzimáticas, respirometria e carbono da biomassa microbiana foram maiores na profundidade de 0,00-0,1010 m. Maiores valores de carbono da biomassa, atividade de celulase, fosfatase ácida e arilsulfatase foram observados no sistema

de plantio direto com gradagem a 0,20 m (Tabelas 1 e 2). Mendes et al. (2003) estudando a distribuição da biomassa microbiana e da atividade enzimática do solo sob vegetação nativa, sistema de plantio direto e preparo convencional. Concluiu-se que os sistemas de manejo (plantio direto e convencional) influenciaram o perfil de distribuição das propriedades biológicas do solo e a atividade enzimática mostrou um incremento no sistema plantio direto.

TABELA 1. Média dos valores da atividade da arilsulfatase (AR), β -glicosidase (β -g), fosfatase ácida (FA) e celulase (CE) na camada de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m, sob diferentes plantas de cobertura e sistemas de preparo do solo.

Preparo	Cobertura	AR 10	FA 10	β -g 10	CE 10	AR 20	FA 20	β -g 20	CE 20
PC	Sorgo	159,7	317,1	209,7	36,1	54,4	64,87	119,1	20,9
PC	Crotalária	165,4	349,3	218,2	38,8	86,2	249,1	204,7	13,9
PC	Mix 2	128,1	294,9	226,4	29,9	92,3	162,6	148,6	28,1
PC	Mix 1	127,1	339,6	168,4	30,9	106,75	316,3	101,2	18,1
PC	Milheto	158,4	496,8	199,7	39,5	105,5	270,2	116,1	11,5
CM	Sorgo	160,3	355,3	187,1	21,7	126,7	265,1	149,2	11,3
CM	Crotalária	203,7	345,5	177,6	37,0	107,2	192,1	101,5	33,2
CM	Mix 2	114,3	236,1	173,1	24,0	97,5	186,1	102,6	17,7
CM	Mix 1	112,1	323,3	199,4	21,2	145,8	211,1	259,7	17,4
CM	Milheto	199,9	285,1	197,4	30,9	192,0	230,3	182,1	23,2
PD	Sorgo	286,1	505,25	228,1	85,8	127,8	242,1	148,7	49,6
PD	Crotalária	181,7	392,07	203,6	41,2	124,1	317,4	151,5	25,2
PD	Mix 2	253,9	535,14	247,6	76,3	167,9	363,0	182,1	17,9
PD	Mix 1	231,1	554,23	247,7	55,1	130,2	302,8	201,6	25,5
PD	Milheto	129,9	291,89	159,7	19,9	117,8	278,3	151,2	12,3

PC = preparo convencional com aração a 0,40 m. CM = cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m. PD = plantio direto com gradagem leve a 0,20m.

TABELA 2. Síntese dos valores da respirometria e do carbono da biomassa nas profundidades de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m.

Preparo	Cobertura	RES 0-10	RES 10-20	CAR 0-0,10	CAR 0-0,20
PC	Sorgo	84	59	430.88	369,09
PC	Crotalária	109	94	451.04	411,10
PC	Mix 2	112	78	377.94	343,26
PC	Mix 1	121	92	525.26	432,18
PC	Milheto	170	118	562.93	405,17
CM	Sorgo	145	109	512.82	471,97
CM	Crotalária	66	50	505.19	373,88
CM	Mix 2	92	84	459.30	372,27
CM	Mix 1	133	82	419.12	282,29
CM	Milheto	133	117	514.95	313,03
PD	Sorgo	83	61	494.60	384,71
PD	Crotalária	119	97	528.50	461,58
PD	Mix 2	114	96	448.00	378,73
PD	Mix 1	119	93	585.99	521,59
PD	Milheto	143	130	486.70	327,47

PC = preparo convencional com aração a 0,40 m. CM = cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m. PD = plantio direto com gradagem leve a 0,20m.

De acordo com Li et al. (2018) as mudanças nas condições ambientais do solo, como a umidade e temperatura, está correlacionada com mudanças das atividades enzimáticas e das comunidades microbianas e, conseqüentemente, da ciclagem de nutrientes.

CONCLUSÕES: O efeito da planta de cobertura nos indicadores microbiológicos do solo variou com a profundidade de amostragem e em função dos diferentes tipos de preparo do solo. No geral, os valores dos indicadores foram maiores na camada de 0,00-0,10 m e no sistema de plantio direto.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de fomento ao primeiro autor e a Usina Goiás pela disponibilização da área experimental e pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS:

- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, n.2, p.133-142, 1990.
- CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. E.; SILVA, H. O. F.; ISLER, P. R.; OLIVEIRA, P. A. Avaliação do desempenho operacional da colheita e transbordo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Energia na Agricultura**, v.30, n.3, p.232-241, 2015.
- DAS, S. K.; VARMA, A. **Role of enzymes in maintaining soil health**. Berlin: Springer, Heidelberg. In: *Soil enzymology*, v.22, p.25-42, 2010.
- FARHATE, C. V. V.; SOUZA, Z. M.; CHERUBIN, M. R.; LOVERA, L. H.; OLIVEIRA, I. N.; GUIMARÃES JÚNNYOR, W. S.; LA SCALA, N. Soil physical change and sugarcane stalk yield induced by cover crop and soil tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.46, e0210123, 2022.
- IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements. **Agricultura orgânica mundial: estatísticas**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://ciorganicos.com.br/biblioteca/agricultura-organica-mundial-estatisticas>> Data de acesso: 28/06/2023.
- LI, G.; KIM, S.; HAN, S. H.; CHANG, H.; DU, D.; SON, Y. Precipitation affects soil microbial and extracellular enzymatic responses to warming. **Soil Biology and Biochemistry**, v.120, p.212-221, 2018.
- MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S. E.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 27, n. 3, p. 435-443, 2003.
- TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; SCOTT, A.; BOTTOMELEY, P. J. (Eds.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994, p.778- 835.
- TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, v.20, p.329-355, 1998.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.8, n.3, p.209-213, 1976.
- VIZIOLI, B.; CAVALIERI-POLIZELI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; BARTH, G. Effects of long-term tillage systems on soil physical quality and crop yield in a Brazilian Ferralsol. **Soil and Tillage Research**, v.209, p.1-10, 2021.