

INDICADORES QUÍMICOS E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DOS EFEITOS DO CONSÓRCIO CAFÉ ARÁBICA E CAPIM BRAQUIÁRIA

Thais Rodrigues de Sousa¹; **Arminda Moreira de Carvalho**²; **Maria Lucrécia Gerosa Ramos**³; **Alexandra Duarte de Oliveira**²; **Ana Caroline Pereira da Fonseca**¹; **Fernanda Rodrigues da Costa Silva**¹; **Douglas Rodrigues de Jesus**¹; **Heloisa Carvalho Ribeiro**⁴; **Marcos Vinicius Araújo dos Santos**⁵; **Robélio Leandro Marchão**²

¹Discente de Pós-Graduação . UnB - Brasília, DF, 70910-900. Instituição Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária- Universidade de Brasília, Brasília, DF; ²Pesquisador. BR-020, km 18, s/n. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Cerrados; ³Professor titular. UnB - Brasília, DF, 70910-900. Instituição Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária- Universidade de Brasília, Brasília, DF; ⁴Discente de Graduação . UnB - Brasília, DF, 70910-900. Instituição Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária- Universidade de Brasília, Brasília, DF; ⁵Bolsista Consórcio Café. BR-020, km 18, s/n. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Cerrados

RESUMO

O sistema de cultivo de café consorciado com capim-braquiária no Cerrado tem se expandido pelos benefícios desta forrageira como planta de cobertura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do capim-braquiária consorciado com o café arábica (*Coffea arabica* L.) sobre o estoque de carbono (C), frações da matéria orgânica (MOS) e enzimas do solo. O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Cerrados, o delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados com 3 repetições, dispostos em arranjo fatorial. Os tratamentos foram estabelecidos com o plantio do café arábica ('IPR-103') e ('IPR-99') em 2019, com e sem a presença de capim braquiária nas entrelinhas. As amostragens de solo foram realizadas no início da estação chuvosa nas profundidades de 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-60 e 60-80 cm, compostas por 6 subamostras em cada parcela. Parte do solo coletado na camada 0-10 cm foi separado para análise da atividade enzimática. O C total e o particulado foi determinado após fracionamento físico granulométrico e as substâncias húmicas após fracionamento químico, o teor de C foi determinado por combustão a seco (CHNS). Os resultados mostraram que a presença do capim braquiária no consórcio, alterou a fração de C orgânico particulado ($p < 0,05$), com teores mais elevados nas camadas 0-10 ($9,62 \text{ g kg}^{-1}$) e 20-30 cm ($6,48 \text{ g kg}^{-1}$), entretanto, não houve diferença entre as frações húmicas. A maior atividade enzimática do solo foi observada no tratamento com capim braquiária no consórcio ($280,83$ e $180,3 \mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1}$, para arilsulfatase e β - glicosidase, respectivamente).

PALAVRAS-CHAVE: Carbono orgânico do solo; Sistema de manejo; Qualidade do solo;;

INTRODUÇÃO

A ausência de plantas de cobertura nas entrelinhas do cafezal pode proporcionar um manejo inadequado da cultura e conseqüentemente uma degradação contínua da fertilidade do solo, impactos na qualidade do solo e eficiência no uso de insumos (RODRIGUES et al., 2022). Assim, a escolha correta para cada ambiente, constitui-se como aliada importante no fornecimento de biomassa, MOS e cobertura do solo. O consórcio entre café e outras espécies vegetais, como *Urochloa decumbens* é uma técnica de produção cada vez mais adotada pelos cafeicultores, por disponibilizar mais nutrientes para o cafeeiro, pela ciclagem de nutrientes e melhoria da fertilidade (ROCHA et al., 2016), como também melhorar a estrutura do solo (SILVA et al., 2016), sendo uma estratégia que promove aumento dos estoques de C e das frações de ácido húmico (AH) e carbono orgânico particulado (COP) (SATO et al., 2019) além da capacidade de manter/melhorar a qualidade biológica do solo (RODRIGUES et al., 2022).

A preocupação global com as mudanças climáticas associadas às ações antrópicas, além da importância agrícola do Cerrado no cenário nacional e mundial, reforça a importância de estudos com culturas como o café e a adoção de plantas de cobertura nas entrelinhas, como a braquiária. Esse sistema de consórcio pode agregar valor ao produto, devido à melhoria nas propriedades físicas,

químicas e biológicas do solo, com potencial de "sequestro" de C. A braquiária nos sistemas diversificados, como em consórcios, são uma alternativa para uma produção sustentável. As gramíneas são conhecidas por sua alta produção de biomassa, raízes abundantes e profundas, que protegem o solo e fornece nutrientes para a cultura econômica. Essas características contribuem para a conservação do solo, aumento na eficiência do uso de nutrientes, reduzindo assim perdas e aumentando a ciclagem de nutrientes, com consequente redução no uso de insumos (HORROCKS et al., 2019; PAUL et al., 2020).

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do capim-braquiária consorciado com o café arábica (*Coffea arabica* L.) sobre o estoque de C e frações da MOS (C total e particulado, substâncias húmicas) e enzimas do solo (arilsulfatase e β -glicosidase).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), na Região Administrativa de Planaltina-DF, Brasil (latitude 15°35'30" Sul e longitude 47°42'30" Oeste). O clima da região é do tipo Aw de acordo com classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual varia de 22 °C a 25 °C e a precipitação de 800 a 2.000 mm (SILVA et al., 2014). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (SANTOS et al., 2018).

Em fevereiro de 2019, foram plantados duas cultivares de café arábica (*cvs.* IPR-103 e IPR-99), o histórico da área descrito em Sousa (2023). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com 3 repetições, com tratamentos dispostos em arranjo fatorial 2x3. Cada parcela foi constituída por 8 plantas espaçamento 3,5 m entrelinhas e 0,5 m entre plantas. O experimento foi irrigado com um sistema mecanizado de aspersão do tipo pivô central com aplicação de estresse hídrico controlado por cerca de 60 dias. O critério de manejo de irrigação fundamentou-se no monitoramento do conteúdo de água do solo, com auxílio de sondas de nêutrons (Delta-T® Devices). A adubação de cobertura com 400 kg ha⁻¹ de N, 400 kg ha⁻¹ de K₂O e 100 kg ha⁻¹ de FTE-BR 12, parceladas em 4 vezes nos meses setembro-novembro-janeiro e março, para o N e K. A aplicação de P sendo 2/3 em setembro e 1/3 na segunda fertilização.

As amostragens de solo foram realizadas no início da estação chuvosa (dez/2021) nas profundidades de 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-60 e 60-80 cm, compostas por 6 subamostras em cada parcela. Parte do solo coletado na camada 0-10 cm, foi separado para análise da atividade enzimática, seguindo o protocolo de Tabatabai (1994). O C total e o particulado segundo Cambardella & Elliot (1992), as substâncias húmicas utilizado o procedimento de solubilidade diferencial proposto por SWIFT (1996) e o teor de C determinado por combustão a seco, em analisador elementar Perkin Elmer, Series II CHNS/O 2400 (CHNS). Os dados foram submetidos a teste de normalidade Shapiro Wilk, e em seguida análise de variância (ANOVA). As médias comparadas pelo teste de F e Tukey, a 5% no programa estatístico software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estoques de C até 80 cm, nos diferentes sistemas de manejo não diferiram entre si. O tratamento com a presença de *Brachiaria decumbens* consorciada com café apresentou estoque de C de 186,39 Mg ha⁻¹ e sem a presença de *Brachiaria decumbens* no consórcio, café solteiro 184,17 Mg ha⁻¹ (Tabela 1). Esses valores são considerados altos, pois em áreas nativas de Cerrado, os estoques de C até a camada de 60 cm, ocorrem entre 120 e 219 Mg ha⁻¹ (RAMOS et al., 2022). Nesse sistema de consórcio entre café e *Brachiaria decumbens*, o cafeeiro foi renovado em fevereiro de 2019, o que pode ser uma

das explicações em não ter sido observado efeito significativo dos tratamentos com presença e ausência da *Brachiaria decumbens* nas entrelinhas do cafeeiro, após dois anos dessa prática. Antes da renovação, o sistema de produção do cafeeiro era todo cultivado em consórcio, porém, em função da renovação foi separado em com e sem a presença da *Brachiaria decumbens*, para que se pudesse observar as melhorias esperadas, a partir do consórcio e assim, termos uma área de referência.

Tabela 1. Estoque de C no solo, no café com e sem consórcio com *Brachiaria decumbens* nas entrelinhas no Cerrado, na profundidade 0-80 cm, em Planaltina-DF, Brasil.

Estoque de C (Mg ha ⁻¹)	
Café consorciado com <i>Urochloa decumbens</i>	186,39
Café solteiro	184,17

Os estoques de C do solo é uma função das entradas de C e nitrogênio (N) no solo, provenientes dos resíduos vegetais e animais, conseqüentemente da sua quantidade e qualidade (CARVALHO et al., 2021). Portanto, sua variabilidade é influenciada por fatores edafoclimáticos, topográficos, além das mudanças de uso do solo, que podem reduzir ou até mesmo aumentar os estoques de C, dependendo do sistema de manejo adotado (SILVA SANTANA et al., 2019). A presença de *Brachiaria decumbens* no sistema de consórcio com café pode influenciar significativamente os estoques de C no solo (ROCHA et al., 2016).

As frações químicas e físicas da MOS foram avaliadas nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e as diferenças significativas entre os sistemas avaliados foram observadas no COP ($p < 0,05$), com os teores significativamente mais elevados no consórcio entre café e *Brachiaria decumbens* nas camadas de 0-10 (9,62 g kg⁻¹) e 20-30 cm (6,48 g kg⁻¹) (Tabela 2). Essas diferenças significativas em relação ao COP são devido à maior sensibilidade dessa fração de C ao manejo do solo (FIGUEIREDO et al., 2013). O tratamento café SB apresentou o maior valor na camada 0-10 cm, 7,38 g kg⁻¹ seguido de 6,50 g kg⁻¹ e 5,10 g kg⁻¹ nas camadas 10-20 cm e 20-30 cm, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Frações de carbono em diferentes camadas do solo (0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade) sob sistema de manejo no café consorciado ou não com a *Brachiaria decumbens* no Cerrado. Carbono orgânico particulado (COP); Ácido fúlvico (AF); Ácido húmico (AH) e Humina (HUM).

	COP		AF		AH		HUM	
(g kg ⁻¹)								
Profundidade	CB	SB	CB	SB	CB	SB	CB	SB
0-10	9,62a	7,38b	0,12	0,12	0,08	0,10	3,73	3,72
CV (%)	23,59		6,74		10,28		2,82	
10-20	7,85	6,50	0,10	0,10	0,11	0,08	3,67	3,63
CV (%)	26,7		8,79		25,63		3,68	
20-30	6,48a	5,10b	0,08	0,08	0,05	0,05	3,17	3,57
CV (%)	19,96		7,63		38,02		20,68	

Letras diferentes indicam que há diferenças estatísticas entre os tratamentos de acordo com o test F.

A atividade das enzimas arilsulfatase e β -glucosidase estão apresentadas na Figura 2, responderam significativamente ($p < 0,05$) ao sistema de manejo (com e sem consórcio de braquiária). O tratamento

que apresentou maior atividade enzimática foi CB (280,83 e 180,33 $\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1}$ solo para arilsulfatase e β -glucosidase respectivamente), (Figura 2), valores médios maiores do que os encontrados por Rodrigues et al. (2022), em que as enzimas do solo (arilsulfatase e β -glucosidase) apresentaram maior atividade com a presença da *Brachiaria decumbens* em condições irrigadas.

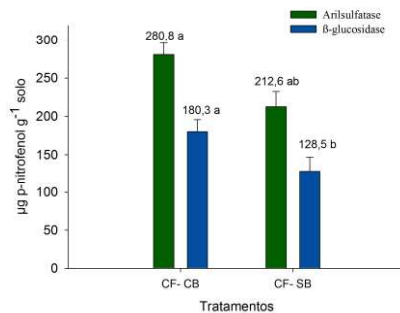


figura 1

Figura 1. Atividade enzimática da β -glucosidase e arilsulfatase no café arábica com e sem consórcio com *Brachiaria decumbens* nas entrelinhas, nas condições do Cerrado central.

CONCLUSÃO

Nas condições avaliadas, o estoque de carbono, não apresentou diferença quando consorciado café com a braquiária decumbens, porém, o carbono orgânico particulado diferiu, nas profundidades 0-10 cm e 20-30 cm, por ser mais sensível ao manejo e essa tecnologia adotada no Cerrado Central favorece a atividade enzimática no solo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e em especial agradecimento financeiro a Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF).

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22 n.6, p.711, 2013.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, v.56, p.777-783, 1992.

- CARVALHO, A.M.; RIBEIRO, L.R.P.; MARCHÃO, R.L.; OLIVEIRA, A.D.; PULROLNIK, K. FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover plants and soil organic matter pools in no-tillage systems in the Cerrado. **Soil use and Management**, p.1-13, 2021.
- FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.; CARNEIRO, M.A.; RAMOS, M.L.G.; SÁ, J.C.M. Stratification ratio of organic matter pools influenced by management systems in a weathered Oxisol from a tropical agro-ecoregion in Brazil. **Soil Research**, 51:133-141, 2013.
- HORROCKS, C.A.; ARANGO, J.; AREVALO, A.; NUÑEZ, J.; CARDOSO, J.A.; DUNGAIT, J.A.J. Smart forage selection could significantly improve soil health in the tropics. **Science of the total environment**, v. 688, p. 609-621, 2019. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.152.
- PAUL, B.K.; GROOT, J.C.J.; MAASS, B.L.; NOTENBAERT, A.M.O.; HERRERO, M.; TITTONELL, P.A. Improved feeding and forages at a crossroads: Farming systems approaches for sustainable livestock development in East Africa. **Outlook on Agriculture**, v.49, n.1, p. 13 2020.
- RAMOS, M.L.G.; NASCIMENTO, R.S.M.P.; SILVA, A.M.M.; SILVA, S.B.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.P. Carbon and nitrogen stocks in cultivation systems of a Quilombola community in the Brazilian Cerrado. **Regional Environmental Change**, v.22, p.81, 2022.
- ROCHA, O.C.; RAMOS, M L G.; VEIGA, A.D.; GUERRA, A F., BARTHOLO, G F.; RODRIGUES, G C.; SILVA, J E. Chemical and hydrophysical attributes of an Oxisol under coffee intercropped with brachiaria in the Cerrado. **Pesq agrop bras**, v.51, p.1476-1483, 2016.
- RODRIGUES, R.N.; REIS JUNIOR, F.B.; LOPES, A.A.C.; ROCHA, O.C.; GUERRA, A.F.; VEIGA, A.D.; MENDES, I.C. Soil enzymatic activity under coffee cultivation with different water regimes associated to liming and intercropped brachiaria. **Ciência Rural**. v.52 n.3. 2022.
- 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. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, p. 590, 2018.
- SATO, J.H.; FIGUEIREDO, C.C.; MARCHÃO, R.L.; OLIVEIRA, A.D.; VILELA, L.; DELVICO, F.M.; ALVES, B.J.R.; CARVALHO, A.M. Understanding the relations between soil organic matter fractions and N₂O emissions in a long-term integrated crop-livestock system. **European Journal of Soil Science**. v.70 p.1183-96 2019. <https://doi.org/10.1111/ejss.12819>
- SILVA SANTANA, M. et al. Estoques de carbono e nitrogênio de solos sob diferentes usos do solo no estado de Pernambuco, Brasil. *Geoderma Regional*, v. 16, pág. e00205, 2019.
- SILVA, A.N.; FIGUEIREDO, C.C.; CARVALHO, A.M.; SOARES, D.S.; SANTOS, D.C.R.; SILVA, V.G. Effects of cover crops on the physical protection of organic matter and soil aggregation. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, p.1623-1629, 2016.
- SILVA, F.A.M.; EVANGELISTA, B.A.; MALAQUIAS, J.V. Normal climatológica de 1974 a 2003 da estação principal da Embrapa Cerrados. Planaltina: DF, 2014. 98 p. Embrapa Cerrados. (**Documento, 321**).
- SOUSA, T.R. Estoque de Carbono, frações da matéria orgânica, atividade enzimática e teor de nutrientes em café arábica consorciado com braquiária. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. UnB. Brasília. 2023.
- SWIFT, R.S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER,

M.E. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society American, 1996. p.1011-1020.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: R.W. Weaver et al. **Methods of soil analysis**. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Madison: **Soil Science Society of America**, 1994. p.775-833.