

SAÚDE DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS APLICADOS À CAFEICULTURA

Rose Clara Lopes Vieira¹, Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia², Talita Oliveira dos Santos³

RESUMO

A cultura do café (*Coffea arabica*) tem grande importância no Brasil, destacando o país como o maior produtor e exportador mundial. A adoção de sistemas agroflorestais é uma alternativa promissora para a cafeicultura, pois oferece benefícios ambientais, como controle microclimático, além de vantagens econômicas, como a geração de renda adicional. Este estudo teve como objetivo avaliar a saúde do solo em sistemas agroflorestais aplicados à cafeicultura, em plantios comerciais no município de Barra do Choça, Bahia. Foram avaliados três sistemas de cultivo de café (SAF-G – café com grevilea, SAF-C – café com cedro australiano, MC – monocultivo de café) e uma floresta nativa (FN). Para a coleta de solo, foram estabelecidas quatro parcelas de 20 × 20 m, totalizando 16 unidades amostrais. Os atributos microbiológicos biomassa microbiana (CBM) e atividade da enzima β -glicosidase (BG) mostraram-se sensíveis às mudanças proporcionadas pelos sistemas de cultivo. O SAF-G se destacou por favorecer a atividade de BG, enquanto o SAF C proporcionou maiores teores de CBM, ambos superiores ao monocultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Carbono do solo, *Coffea arabica*, *Grevillea robusta*, Qualidade do solo.

SOIL HEALTH IN AGROFORESTRY SYSTEMS APPLIED TO COFFEE GROWING

ABSTRACT

Coffee (*Coffea arabica*) is a very important crop in Brazil, making it the world's largest producer and exporter. Adopting agroforestry systems is a promising alternative for coffee farming, as it offers environmental benefits, such as microclimate control, as well as economic advantages, such as additional income generation. This study aimed to evaluate soil health in agroforestry systems applied to coffee farming, in a commercial plantation in Barra do Choça, Bahia. Three coffee production systems (two agroforestry and one monoculture) and one area of native forest (FN) were analyzed: (1) SAF-G – coffee with grevillea (*Grevillea robusta*); (2) SAF-C – coffee with Australian cedar (*Toona ciliata*); (3) MC – coffee monoculture; and (4) FN – native forest. Four 20 × 20 m plots were established for soil collection, totaling 16 sampling units. Microbial biomass carbon (MBC) and β -glucosidase enzyme activity indicators were sensitive to changes in cropping systems. SAF-G stood out for favoring enzyme activity and soil quality, while SAF-C also showed positive results compared to monoculture.

¹ Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (roseclara.florestal@gmail.com)

² Professor, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (patriciabarreto@uesb.edu.br)

³ Doutorando em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (2024f0154@uesb.edu.br)

KEYWORDS: *Coffea arabica*, *Grevillea robusta*, Soil carbon, Soil quality.

INTRODUÇÃO

A cultura cafeeira possui grande relevância no Brasil, que se destaca como o maior produtor e exportador mundial de café (Machado et al., 2020). Tradicionalmente, o sistema de cultivo predominante é o pleno sol, no qual o cafeeiro é cultivado em áreas abertas, sem sombreamento. Entretanto, os sistemas agroflorestais (SAFs) surgem como uma alternativa promissora para a cafeicultura, por aliar benefícios ambientais e econômicos.

Os SAFs constituem forma de uso da terra que integram a produção agrícola e/ou pecuária com a exploração florestal, combinando espécies perenes, herbáceas e/ou arbóreas em uma mesma área. Essa diversificação promove maior sustentabilidade da produção (Santos et al., 2025). Dentre os benefícios, destaca-se o efeito desses sistemas sobre o solo, já que a diversificação de espécies e a presença de diferentes estratos vegetais influenciam diretamente processos físicos, químicos e biológicos. Nesse contexto, ganha importância o conceito de saúde do solo, entendido como o equilíbrio dinâmico que sustenta a produtividade e a conservação ambiental. Segundo Nunes et al. (2024), a saúde do solo é avaliada por um conjunto de indicadores que refletem processos biológicos e a qualidade edáfica, sendo sensíveis ao manejo e eficazes para o monitoramento.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a saúde do solo em sistemas agroflorestais aplicados à cafeicultura em um plantio comercial localizado em Barra do Choça, Bahia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em plantios comerciais de café (*Coffea arabica* L.), localizados no município de Barra do Choça, Bahia, Brasil. Foram avaliados três sistemas de cultivo de café (SAF-G – café com grevilea, SAF-C – café com cedro australiano, e MC – monocultivo de café) e uma floresta nativa (FN).

A coleta do solo foi realizada em parcelas de 20 x 20 m, que foram demarcadas aleatoriamente, com quatro repetições em cada sistema, totalizando 16 unidades amostrais. Em cada parcela, o solo foi coletado com trado holandês, retirando-se três amostras simples (0–10 cm) em caminamento aleatório, reunidas para formar uma amostra composta.

As amostras de solo foram submetidas à análises laboratoriais para avaliação de indicadores biológicos, físicos e químicos, conforme descrito a seguir:

Indicadores biológicos: carbono total do solo por combustão seca em analisador elementar automatizado Perkin-Elmer Series II 2400 CHNS/O, carbono da biomassa microbiana (CBM) pelo método da fumigação-extração (Tate et al., 1988) e atividade da enzima β -glicosidase segundo metodologia adaptada de Tabatabai (1994).

Indicadores físicos: densidade do solo de acordo com a metodologia proposta pela Teixeira et al. (2017).

Indicadores químicos: condutividade elétrica, pH, P disponível e K extraível de acordo com a metodologia descrita por Teixeira et al. (2017).

Os dados foram analisados quanto a normalidade e submetidos a análise de variância conforme um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste Fisher ($\alpha = 5\%$). As análises foram realizadas no XLSTAT® 19.2.2 (Addinsoft, 2019) e os gráficos elaborados no SigmaPlot® 14.0 (Systat, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicadores biológicos - Os teores de carbono orgânico do solo (COS) foram superiores no SAF G ($71,9 \text{ g kg}^{-1}$) e FN ($58,0 \text{ g kg}^{-1}$). O SAF-C e MC apresentaram valores inferiores em relação a FN (média $48,7 \text{ g kg}^{-1}$) (Figura 1A). Estes resultados podem estar associados a presença da *Grevillea robusta* no SAF-G, espécie com bom potencial de fixação de nitrogênio (Nygren et al., 2012), o que reduz a relação C/N e aumenta o carbono total do solo.

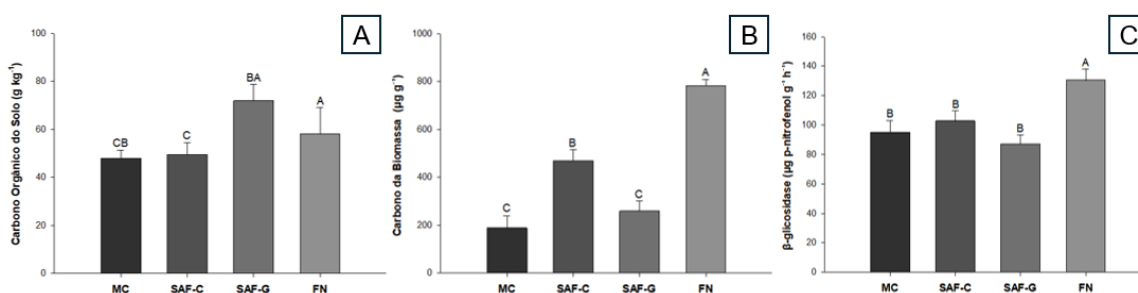


FIGURA 1: Carbono orgânico do solo (A), Carbono da biomassa microbiana (B) e atividade da enzima β -glicosidase (C). Letras iguais não diferem os sistemas na mesma classe de tamanho pelo teste de Fisher a 5% de significância.

Fonte: Autores, 2025.

Os teores de carbono da biomassa microbiana (CBM) foram superiores na FN ($783,0 \text{ µg g}^{-1}$), com destaque para o SAF-C ($468,4 \text{ µg g}^{-1}$) em comparação aos demais (média $223,3 \text{ µg g}^{-1}$) (Figura 1B). Esses valores indicam que com a menor diversidade

vegetal, os sistemas de café não acompanharam os níveis da FN, o que é evidenciado pela baixa concentração de CBM no MC. Schulze et al. (2025) também observaram comportamento parecido em diferentes níveis de manejo, sugerindo que o SAF-C apresenta manejo menos invasivo, refletindo em sua concentração de CBM.

A atividade da enzima β -glicosidase também mostrou redução nos sistemas de café, que não variaram entre si (Figura 1C), indicando que a baixa diversidade vegetal dos sistemas interfere no acúmulo de fitomassa do solo.

Indicadores físicos - A densidade foi superior no MC ($1,008 \text{ g/cm}^3$), seguido do SAF-C ($0,950 \text{ g/cm}^3$) e SAF-G ($0,808 \text{ g/cm}^3$), com menor valor na FN ($0,558 \text{ g/cm}^3$). O baixo valor de densidade na FN indica que perturbações do ecossistema afetam essa característica do solo. Isso também é evidenciado pela maior densidade do solo sob monocultivo, possivelmente decorrente de menores entradas de serapilheira e maior exposição do solo.

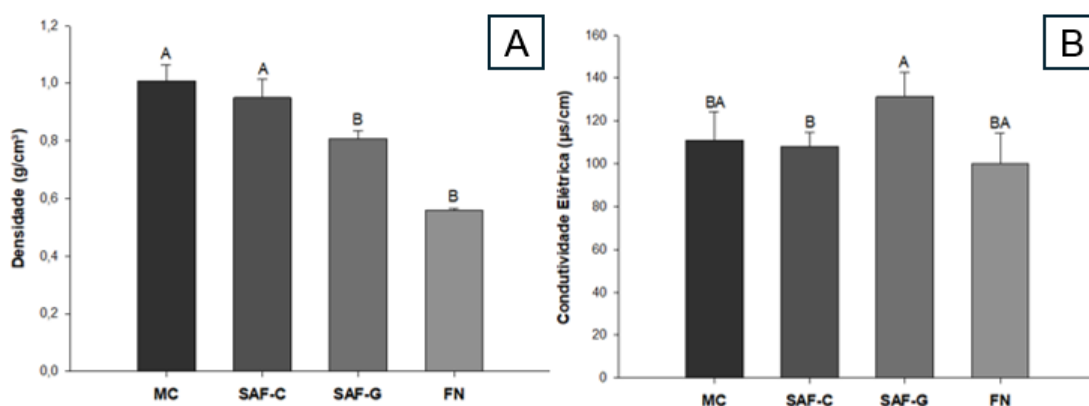


FIGURA 2: Densidade do solo (A); Condutividade elétrica (B). Letras iguais não diferem os sistemas na mesma classe de tamanho pelo teste de Fisher a 5% de significância.

Fonte: Autores, 2025.

Indicadores químicos - A condutividade elétrica do solo foi superior no SAF-G ($131,300 \mu\text{s/cm}$) se comparado com os outros sistemas de cultivo, sendo que SAF-C e MC apresentaram valores intermediários e não diferiram entre si ($100,100 \mu\text{s/cm}$ e $110,965 \mu\text{s/cm}$, respectivamente). A FN apresentou menor condutividade ($100,100 \mu\text{s/cm}$) (Figura 2). Maiores valores de condutividade indicam maior concentração de sais, o que pode favorecer a disponibilidade de nutrientes ou dificultar a absorção de água pelo potencial osmótico do solo, impactando o crescimento vegetativo e a produtividade (Dias et al., 2016).

Os resultados referentes ao pH do solo indicam que os solos avaliados são ácidos, com menor valor para FN (3,2), e maiores valores nos sistemas de café (média

5,2) Figura 2). Essa acidez afeta em características físicas e biológicas do solo, como a estabilidade de agregados e a atividade microbiana (Silva et al., 2021). Quanto ao P disponível, o MC e o SAF-G apresentam maiores teores de P (9,00 e 8,25 mg dm⁻³, respectivamente), enquanto a FN mostrou deficiência (0,75 mg dm⁻³), comprometendo o crescimento de plantas jovens. O SAF-C, mostrou-se estatisticamente inferior ao MC e SAF-G, mas superior a FN. Em relação ao K extraível, o MC apresentou maior valor (0,47 cmolc dm⁻³) diferindo estatisticamente dos demais, seguido do SAF-C (0,41 cmolc dm⁻³), SAF-G (0,47 cmolc dm⁻³) e valor inferior para FN (0,09 cmolc dm⁻³).

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Os níveis de carbono da biomassa microbiana (CBM) e a atividade da enzima β -glicosidase no solo se revelam como indicadores sensíveis de mudanças provocadas pelos diferentes sistemas de cultivo de café.

Dentre os sistemas de cultivo de café, o SAF-G se destaca por favorecer os atributos microbiológicos, químicos e físicos do solo. O SAF-C também se mostra eficaz na preservação dos atributos microbiológicos do solo, apresentando níveis superiores de carbono da biomassa microbiana em comparação ao monocultivo.

O cultivo agroflorestal de café com grevilea demonstra maior capacidade para uma produção cafeeira mais sustentável, pois contribui para o aumento dos estoques de carbono orgânico no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Addinsoft (2019). Xlstat statistical and data analysis solution. Boston, USA. <https://www.xlstat.com>. Version 19.2.2. (2019).
2. Dias, N. S., Blanco, F. F., Souza, E. R., Ferreira, J. F. S., Neto, O. N. S., Queiroz, Í. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade (Salinity effects on plants and tolerance of crops to salinity). **Book Chapter**, p. 151-162, 2016.
3. Machado, A. H. R., Puia, J. D., Menezes, K. C.; Machado, W. A cultura do café (coffeaarabica) em sistema agroflorestal. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1357-1369, 2020.
4. Nunes, M. R.; Veum, K. S.; Parker, P. A.; Holan, S. H.; Amsili, J. P.; Es, H. M.; Wills, S. A.; Seybold, C. A.; Karlen, D. L. SHAPEv1.0 Scoring curves and peer group benchmarks for dynamic soil health indicators. **Soil Science Society of America**, v. 88, p. 858-875, 2024.
5. Nygren, P., Fernández, M. P., Harmand, J. M., & Leblanc, H. A. Symbiotic dinitrogen fixation by trees: an underestimated resource in agroforestry systems? **Nutrient Cycling in Agroecosyst**, v. 94, p. 123–160, 2012.

6. Systat Software Inc, 2010. Sigmaplot for Windows (Development and Testing Procedure). Version 14.0.
7. Santos, W. M.; Martins, L. D. C. S.; Costa, C. J. P.; Lima, J. B. Sistemas Agroflorestais no Semiárido Brasileiro: Uma Revisão sobre Viabilidade, Benefícios Econômicos e Ecológicos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 1, p. 200-220, 2025.
8. Silva, M. A. S., Santos, A. B., Machado, P. L. O. A., Alcantara, F. P., Fageria, N. K., Silva, O. F. Correção da acidez do solo, **Embrapa**, 2021.
9. Schulze, C. R.; Pepe, K. B. F.; Bartz, M. L. C.; Kaschuk, G. Carbono da biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto com mais de 25 anos de implementação na região sul do Brasil. In: **Anais da IX Reunião Paranaense de Ciência do Solo**, Curitiba, 2025.
10. Tabatabai, M.A. Enzymes. In: Weaver, R. W.; Augle, S.; Bottomly, P. J.; Berdick, Q.; Smith, S.; Tabatabai, M. A.; Wollum, A. (Ed.) Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison: **Soil Science Society of America**, 1994.
11. 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**, Oxford, v.20, 1988.
12. Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). Manual de métodos de análise de solo.