EFEITOS DA ADUBAÇÃO MINERAL SOBRE A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: UMA BREVE REVISÃO

Autores: Daniel Ferreira Leal[1]. Aline Vieira da Silva[1]. Bianca Callegari Freitas[1]. Vanessa Moura Cardoso[1]. Fábio Luiz de Oliveira[1].

[1]Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto Universitário s/n, 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, danielleal942@gmail.com, alinevdasilva1998@gmail.com, bianca.callegarifreitas@outlook.com, vanessa.m.cardoso@edu.ufes.br, fabio.oliveira.2@ufes.br.

Resumo
A matéria orgânica do solo (MOS) exerce papel importante na fertilidade e no funcionamento do solo, e sua dinâmica pode ser alterada pelas práticas utilizadas no manejo da fertilidade. Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, os efeitos da adubação mineral sobre a MOS, considerando os processos relacionados à entrada e à perda de carbono no solo. Foram consultados artigos científicos, livros e documentos técnicos publicados entre 2000 e 2024, utilizando as bases SciELO e Google Acadêmico. A literatura indica que a adubação mineral pode aumentar o crescimento vegetal e, consequentemente, o aporte de resíduos orgânicos ao solo. Entretanto, esse aumento não significa necessariamente maior estoque de matéria orgânica, pois a disponibilidade de nutrientes e as condições de manejo também podem alterar a atividade microbiana e a decomposição da MOS. Assim, o efeito da adubação mineral sobre a matéria orgânica depende do balanço entre a entrada e a perda de carbono, além das condições edafoclimáticas e do sistema de manejo adotado.
Palavras-chave: Carbono do solo. Fertilidade do solo. Manejo sustentável.

Área do Conhecimento: Ciências agrárias, agroecologia.

Introdução

A matéria orgânica do solo (MOS) é formada por materiais orgânicos em diferentes estágios de decomposição, incluindo resíduos vegetais e animais, biomassa microbiana e compostos provenientes das raízes. Apesar de representar uma fração relativamente pequena do solo, exerce influência sobre atributos físicos, químicos e biológicos importantes para o funcionamento dos agroecossistemas (Silva *et al*., 2021; Bettiol *et al*., 2023). Sua presença está relacionada à ciclagem de nutrientes, agregação e estruturação do solo, retenção de água, atividade biológica e armazenamento de carbono, o que torna sua manutenção relevante para a fertilidade e a qualidade do solo (Bettiol *et al*., 2023).

A adubação mineral, por sua vez, é uma das principais práticas utilizadas para corrigir limitações nutricionais e atender às exigências das culturas. O fornecimento adequado de nutrientes minerais, especialmente quando sua disponibilidade no solo limita o desenvolvimento das plantas, favorece o crescimento e a produtividade agrícola (Taiz *et al*., 2017). Esse efeito produtivo também pode interferir na dinâmica da MOS, uma vez que plantas com maior crescimento podem produzir maior quantidade de biomassa aérea e radicular e, consequentemente, aumentar a entrada de resíduos orgânicos no solo.

O aumento do aporte de resíduos, entretanto, não significa necessariamente aumento proporcional dos estoques de matéria orgânica. A quantidade de carbono armazenada no solo resulta do equilíbrio entre as entradas de material orgânico e as perdas associadas principalmente à decomposição e à mineralização (Lal, 2004; Bettiol *et al*., 2023). Além disso, alterações na disponibilidade de nutrientes podem modificar a atividade dos microrganismos e a decomposição da matéria orgânica já presente no solo. Essas mudanças podem estar relacionadas ao efeito *priming*, caracterizado por alterações na taxa de decomposição da MOS após mudanças na disponibilidade de substratos ou nutrientes, cuja intensidade pode variar de acordo com as condições do solo e do ambiente (Kuzyakov; Friedel; Stahr, 2000; Paul, 2015).

Por isso, o efeito da adubação mineral sobre a MOS não deve ser analisado apenas a partir do aumento da produtividade das culturas, mas também considerando sua influência sobre a entrada, a

decomposição e a permanência do carbono no solo. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, os efeitos da adubação mineral sobre a matéria orgânica do solo, discutindo os principais processos envolvidos nessa relação e os fatores que podem modificar sua resposta.

Metodologia

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica, desenvolvida com o objetivo de reunir e analisar estudos sobre os efeitos da adubação mineral na dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS). A pesquisa foi realizada nas bases Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico, além da consulta a livros e documentos técnicos relacionados à fertilidade e à matéria orgânica do solo.

Foram considerados artigos científicos, livros, capítulos de livros e documentos técnicos publicados entre 2000 e 2024, nos idiomas português e inglês. Foram priorizados trabalhos que permitissem compreender a relação entre a fertilização mineral e os processos de entrada, decomposição, mineralização e manutenção do carbono no solo.

As buscas foram realizadas utilizando, de forma isolada e combinada, os termos “adubação mineral”, “matéria orgânica do solo”, “carbono do solo”, “fertilidade do solo”, “mineral fertilization”, “soil organic matter”, “soil carbon” e “soil fertility”. Foram incluídas publicações que abordassem os efeitos da adubação mineral sobre os estoques e a dinâmica da matéria orgânica, a produção de biomassa e o aporte de resíduos vegetais, a atividade microbiana, a mineralização do carbono e o efeito *priming*. Também foram considerados estudos que avaliassem a influência das condições de solo e do sistema de manejo sobre essas respostas. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com o tema e publicações que não apresentassem informações suficientes para atender aos objetivos da revisão.

A análise dos trabalhos selecionados foi realizada de forma qualitativa e descritiva, comparando os resultados apresentados na literatura e buscando identificar os principais mecanismos envolvidos nos efeitos da adubação mineral sobre a matéria orgânica do solo.

Resultados e Discussão

A adubação mineral pode modificar a dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) por diferentes mecanismos. O fornecimento de nutrientes em quantidades adequadas favorece o crescimento e a produtividade das culturas, principalmente quando a disponibilidade desses elementos limita o desenvolvimento vegetal (Taiz *et al*., 2017). Com maior produção de biomassa aérea e radicular, também pode ocorrer aumento da quantidade de resíduos que retornam ao solo, ampliando a entrada de carbono no sistema. Esse mecanismo representa uma das formas pelas quais a adubação mineral pode contribuir indiretamente para a manutenção da MOS (Ling *et al*., 2025).

Entretanto, a maior produção de biomassa não significa necessariamente aumento proporcional do estoque de matéria orgânica. A quantidade de carbono mantida no solo depende do equilíbrio entre as entradas, provenientes principalmente dos resíduos vegetais e da biomassa radicular, e as saídas associadas à decomposição e à mineralização da matéria orgânica (Silva *et al*., 2021; Bettiol *et al*., 2023). Além disso, parte do carbono incorporado pode permanecer por períodos distintos no solo, dependendo de mecanismos de estabilização, como sua associação com a fração mineral e a proteção física no interior dos agregados (Bettiol *et al*., 2023). Dessa forma, o aumento do aporte de resíduos promovido pela maior produção vegetal não garante, isoladamente, que esse carbono permanecerá armazenado no solo.

A atividade dos microrganismos também influencia diretamente a dinâmica da matéria orgânica do solo. A microbiota participa da decomposição dos resíduos e da mineralização da MOS, processos que podem ser alterados pela disponibilidade de nutrientes (Bettiol *et al*., 2023). Geisseler e Scow (2014), em uma meta-análise com 64 experimentos de longa duração, observaram aumento médio de 15,1% na biomassa microbiana com a fertilização mineral, embora essa resposta tenha variado conforme o pH e as condições ambientais e de manejo. Essas alterações também podem estar relacionadas ao efeito *priming*, no qual a decomposição da matéria orgânica já presente no solo pode ser modificada pela disponibilidade de recursos aos microrganismos (Kuzyakov; Friedel; Stahr, 2000).

As condições do solo também interferem nesse processo. Temperatura, umidade, pH, textura e disponibilidade de oxigênio influenciam a atividade microbiana e a decomposição da matéria orgânica, enquanto a associação do carbono com argilas e outros minerais pode aumentar sua estabilidade (Bettiol *et al*., 2023). A adubação mineral, ao modificar a disponibilidade de nutrientes na solução do solo, também passa a fazer parte dessas interações entre solo, raízes e microrganismos. Por esse motivo, respostas diferentes podem ocorrer mesmo quando são utilizados fertilizantes semelhantes, uma vez que o efeito final depende das características do solo, do ambiente e do manejo adotado.

Essa relação torna-se especialmente importante em solos tropicais, nos quais as condições de temperatura e umidade podem favorecer taxas elevadas de decomposição da matéria orgânica. Nessas condições, a entrada contínua de resíduos vegetais é importante para compensar as perdas de carbono e contribuir para a manutenção dos estoques de MOS (Bettiol *et al*., 2023). A adubação pode favorecer esse aporte ao aumentar o crescimento das plantas (Taiz *et al*., 2017), porém a permanência do carbono dependerá do quanto desse material é incorporado e estabilizado em relação ao que é decomposto e mineralizado (Bettiol *et al*., 2023).

O sistema de manejo, portanto, interfere na resposta da matéria orgânica à adubação mineral. Práticas que mantêm resíduos vegetais sobre o solo e reduzem o revolvimento favorecem a proteção e a permanência do carbono, enquanto o revolvimento intenso rompe agregados e expõe frações antes protegidas da MOS à ação dos microrganismos (Nthebere *et al*., 2024; Bettiol *et al*., 2023). Nesse caso, práticas conservacionistas podem complementar o manejo da fertilidade e favorecer a conservação do carbono no solo, principalmente pelo maior aporte de resíduos vegetais e pela redução do revolvimento.

De forma geral, os estudos indicam que a adubação mineral não exerce um efeito único sobre a matéria orgânica do solo. Ela pode favorecer a produção vegetal e ampliar a entrada de carbono pelos resíduos (Taiz *et al*., 2017; Shi *et al*., 2024), mas também interfere em processos relacionados à atividade microbiana, decomposição e mineralização da MOS (Kuzyakov; Friedel; Stahr, 2000; Bettiol *et al*., 2023). Assim, a resposta final depende do balanço entre a entrada e a perda de carbono no sistema.

Conclusão

A adubação mineral não promove a entrada direta de matéria orgânica no solo e, quando utilizada de forma isolada, pode não ser suficiente para manter os estoques de carbono ao longo do tempo. Embora possa favorecer o crescimento das plantas e, indiretamente, aumentar a produção de resíduos vegetais, seus efeitos sobre a MOS também estão relacionados à atividade microbiana e aos processos de decomposição e mineralização. Dessa forma, a manutenção da matéria orgânica depende principalmente de práticas de manejo que promovam o retorno de resíduos ao solo, reduzam as perdas de carbono e favoreçam sua conservação no sistema.

Referências

BETTIOL, W.; SILVA, C. A.; CERRI, C. E. P.; MARTIN NETO, L.; ANDRADE, C. A. de (ed.). **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Brasília, DF: Embrapa, 2023.

GEISSELER, D.; SCOW, K. M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 75, p. 54-63, 2014. DOI: 10.1016/j.soilbio.2014.03.023.

KUZYAKOV, Y.; FRIEDEL, J. K.; STAHR, K. Review of mechanisms and quantification of priming effects. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, n. 11-12, p. 1485-1498, 2000. DOI: 10.1016/S0038-0717(00)00084-5.

LING, J.; DUNGAIT, J. A. J.; DELGADO-BAQUERIZO, M.; CUI, Z.; ZHOU, R.; ZHANG, W.; GAO, Q.; CHEN, Y.; YUE, S.; KUZYAKOV, Y.; ZHANG, F.; CHEN, X.; TIAN, J. Soil organic carbon thresholds control fertilizer effects on carbon accrual in croplands worldwide. **Nature Communications**, v. 16, art. 3009, 2025. DOI: 10.1038/s41467-025-57981-6.

NTHEBERE, K.; PRAKASH, T. R.; KUMAR, N. V.; YADAV, M. B. N. Capability of conservation agriculture for preservation of organic carbon and succeeding effect on soil properties and productivity: a review. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 70, n. 1, p. 1-28, 2024. DOI: 10.1080/03650340.2024.2419507.

PAUL, E. A. **Soil microbiology, ecology and biochemistry**. 4. ed. London: Academic Press, 2015.

SHI, T.-S.; COLLINS, S. L.; YU, K.; PEÑUELAS, J.; SARDANS, J.; LI, H.; YE, J.-S. A global meta-analysis on the effects of organic and inorganic fertilization on grasslands and croplands. **Nature Communications**, v. 15, art. 3411, 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-47829-w.

SILVA, R. M. da; SILVA, R. M. da; SOUZA, J. K. M. de; SOUZA, J. R. M. de; GEDIJESK, T. P. Um estudo de caso da remoção da palhada de cana-de-açúcar do solo: quais são as implicações no conteúdo de matéria orgânica do solo? **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e71101421717, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.21717.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Agradecimentos

À Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) e à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Expressamos também nossa gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGAG/UFES), pelo apoio institucional e suporte ao desenvolvimento deste trabalho, bem como à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo incentivo à pesquisa e ao fortalecimento da produção científica. Agradecemos, de maneira especial, ao professor Fábio Luiz de Oliveira, pela orientação, dedicação e valiosas contribuições durante a realização deste trabalho, desenvolvido no âmbito da disciplina de Agroecologia e Suas Bases Científicas.