

QUOCIENTE MICROBIANO DO SOLO SOB CULTIVO DE NOGUEIRA-PECÃ EM UM SISTEMA DE MONOCULTIVO ORGÂNICO E EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL

AMANDA CARDOSO NOVO¹; JAQUELINE LÜBKE WEEGE²; GEDERSON WALDOW VENZKE³; JAIANE MACHADO BARBOSA⁴; CHARLES FERREIRA BARBOSA⁵; EZEQUIEL CESAR CARVALHO MIOLA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)– amaanda.noovo@gmail.com;

²UFPEL – jaquelineweege@gmail.com; ³UFPEL – gedersonwvenzke@gmail.com; ⁴UFPEL – jaihmbarbosa@gmail.com; ⁵UFPEL – charlesbarbosaceufpel@gmail.com; ⁶UFPEL – ezequielmiola@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*) tem despertado crescente interesse devido ao potencial econômico dos frutos e as condições de clima e solo no Rio Grande do Sul. No entanto, a escolha do manejo é crucial para garantir a saúde do solo e a sustentabilidade da produção. Com base nisso, o quociente microbiano do solo (qMIC) é uma ferramenta importante para avaliar a qualidade do solo, refletindo a proporção da biomassa microbiana em relação ao carbono total do solo fornecendo uma compreensão sobre como diferentes práticas de manejo afetam a saúde do solo (Anderson; Domsch, 1993).

O sistema de monocultivo orgânico (SMO) da noqueira-pecã envolve o uso de adubos orgânicos (ex.: esterco de aves), excluindo o uso de fertilizantes químicos. Embora essa prática possa melhorar algumas características do solo, o monocultivo contínuo pode levar a alguns desafios relacionados à diversidade microbiana e a qualidade do solo devido à falta de rotação de culturas e a baixa diversidade vegetal (Silva *et al.*, 2007). No entanto, Lima *et al.* 2009, relata em seu estudo que práticas orgânicas podem ter benefícios para a saúde do solo dependendo da sua gestão de manejo e contexto.

Já os sistemas agroflorestais (SAF) que integram a noqueira-pecã podem otimizar as áreas de plantação de forma mais eficaz do que os sistemas de árvores individuais (Torralba *et al.*, 2016). Muitos estudos mostraram que, em contraste com as monoculturas, o cultivo consorciado agroflorestal pode promover uma variedade de serviços agroecossistêmicos, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade do solo e o sequestro de carbono do solo. Melhorias também foram demonstradas nas propriedades físicas e nos níveis de nutrientes disponíveis no solo (N e K) (Ma *et al.*, 2017; Paul, Sekhon; Sharma, 2018).

Nossa hipótese é de que a estrutura de solos cultivados com noz-pecã em SAF apresente um quociente microbiano superior em relação ao SMO. Isso se deve ao fato do consórcio de várias espécies vegetais auxiliarem na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Portanto, este estudo objetivou avaliar o quociente microbiano do solo sob cultivo de noqueira pecã em um sistema de monocultivo orgânico e em um sistema agroflorestal.

2. METODOLOGIA

Foram avaliadas duas áreas com o cultivo de noqueira-pecã localizados na Estação Experimental Cascata (EEC) - EMBRAPA Clima Temperado em Pelotas-RS. A área com sistema de monocultivo orgânico tem aproximadamente 1,5 ha, as plantas são distribuídas com o espaçamento de 10x10m, e foi implantado no ano de 2018 quando recebeu uma única calagem no solo. A adubação deste pomar é

feita com a aplicação de 10 kg de esterco de aves, duas vezes ao ano, na projeção da copa das plantas. Além disso, são realizadas roçadas, capinas, aplicações de palhada no entorno das plantas e o solo recebe aveia no inverno e crotalária/azevém no verão.

Já a área do sistema agroflorestal (SAF), composto por diversas árvores frutíferas e não-frutíferas, apresenta aproximadamente 0,36 ha, sendo um pomar bem adensado implantado no ano de 2013 com espaçamento de 5x1,5m entre plantas, e neste SAF está inserido o cultivo da nogueira-pecã com espaçamento de 10x10m entre as plantas. Em relação ao manejo do solo, não realizou-se a calagem nos últimos anos, não houve a aplicação de fertilizantes, porém, nas entrelinhas foi realizado um experimento com milho e feijão onde procedeu-se o preparo do solo e roçada.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso compostos por quatro blocos, sendo que cada unidade experimental continha uma planta. As amostras de solo foram coletadas em julho de 2024, na camada de 0-10cm de profundidade, com quatro amostras de cada sistema e ambos apresentam um NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (Santos *et al.*, 2018). As amostras de solo foram encaminhadas e analisadas no laboratório de microbiologia do solo no Departamento de Solos da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – RS, onde foram peneiradas na malha de 2 mm e em seguida, encaminhadas para as análises microbiológicas. O solo do SAF apresentou 18% de argila, pH em água de 5,2 e 2,35% de matéria orgânica e o SMO 24% de argila, pH em água de 5,6 e 2,35% de matéria orgânica.

O Carbono Orgânico Total (COT) foi analisado conforme método descrito por Walkley; Black (1934). O Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) procedeu-se como descrito por Silva *et al.* (2007). Em associação entre as duas análises obteve-se o quociente microbiano (qMIC), com a relação entre a CBM por unidade de COT.

Fórmula para o cálculo do qMIC:

$$qMIC (\%) = \left(\frac{CBM_{(mg\ C\ microbiano\ kg^{-1}\ solo)}}{COT_{(g\ kg^{-1}\ solo)} \times 1000} \right) \times 100$$

As análises estatísticas foram realizadas no software SISVAR (versão 5.3-Build 75). Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias foi realizada pelo teste t student a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O SAF, com cinco anos a mais de implementação em relação a SMO, apresenta maior tempo de estabilização do solo e da comunidade microbiana. Esse tempo adicional permite que o SAF se beneficie mais da integração de espécies arbóreas e herbáceas, promovendo uma maior diversidade de resíduos orgânicos e uma maior complexidade no solo (Torralba *et al.*, 2016). A adição de espécies herbáceas nas entrelinhas contribui diretamente para o aumento da biomassa no solo, o que resulta em uma maior disponibilidade de matéria orgânica para microbiota do solo. Segundo Silva *et al.* (2007), o incremento de biomassa em sistemas agroflorestais aumenta a atividade microbiana, melhora a estrutura do solo e promove a ciclagem de nutrientes. O uso dessas espécies auxilia também na retenção de água no solo, criando um microclima favorável ao desenvolvimento das nogueiras, especialmente no desenvolvimento das mudas, reduzindo a necessidade de irrigação inicial.

O SMO, apesar de ter sido implementado recentemente (2018), utiliza de estratégia de manejo com plantas de cobertura, o que pode mitigar alguns dos desafios típicos do monocultivo, desempenhando funções importantes na fertilidade do solo. A aveia é conhecida por melhorar a estrutura do solo e aumentar a matéria orgânica, enquanto a crotalária é uma leguminosa que fixa nitrogênio no solo, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e reduzindo a necessidade de fertilizantes externos (Silva *et al.*, 2007). Além disso, o azevém pode ser eficaz na prevenção da erosão do solo, aumentando a cobertura vegetal e promovendo a retenção de água. Souza *et al.* (2007) em seu estudo relataram que a combinação de leguminosas e gramíneas como plantas de cobertura pode proporcionar uma melhoria significativa na qualidade do solo, especialmente em monocultivo, como a baixa diversidade microbiana e a redução da matéria orgânica do solo. Essas plantas de cobertura utilizadas no SMO, contribuem para a estabilidade da matéria orgânica, o que favorece a atividade de microrganismos benéficos responsáveis pela decomposição de resíduos orgânicos e liberação de nutrientes. Além disso, a utilização da adubação orgânica com esterco de aves incrementa ainda mais o teor de matéria orgânica no solo.

O CBM refere-se a quantidade de carbono presente na biomassa microbiana do solo, ou seja, nos microrganismos que desempenham funções cruciais na ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica e estruturação do solo. A alta quantidade de carbono microbiano é um indicativo de solos biologicamente ativos. Embora a diferença nos valores obtidos não seja grande (Tabela 1), ela sugere que o SAF promove maior atividade microbiana, o que pode estar atribuído a diversidade de espécies vegetais.

O COT informa o total de carbono orgânico presente no solo, no qual inclui tanto a matéria orgânica decomposta, quanto a que está sendo processada, uma métrica fundamental, no qual representa a reserva de carbono que está disponível para a microbiota do solo, influenciando diretamente na fertilidade do solo e sua capacidade de sequestro de carbono (Silva *et al.*, 2007). Ambos sistemas apresentam diversidade biológica, o que resulta em uma maior entrada de matéria orgânica no solo (Tabela 1).

De acordo com Paul *et al.*, (2018) estes valores apresentam-se como de boa proporção de carbono microbiano em relação ao carbono orgânico total. A microbiota ativa e eficiente melhora a ciclagem de nutrientes e proporciona maior estabilidade ao sistema. Os resultados encontrados sugerem que o manejo do solo está sendo adequado, possivelmente devido a boas práticas de adição de matéria orgânica e manutenção da saúde do solo, fatores essenciais para o sucesso de culturas perenes de ciclo longo, como a nogueira-pecã.

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana (CBM), carbono orgânico total (COT) e quociente microbiano (qMIC) do solo sob cultivo de nogueira pecã em um sistema de monocultivo orgânico (SMO) e em um sistema agroflorestal (SAF).

Manejo	CBM (mg C microbiano kg ⁻¹ solo)	COT (g kg ⁻¹ solo)	qMIC (%)
SAF	631,82* (± 40,8)	17,80* (± 0,35)	3,55
SMO	599,32 (± 31,3)	17,60 (± 0,17)	3,40

* Não significativo; ** Significativo a 5%; ± entre parênteses indica o desvio padrão da média.

O maior percentual de qMIC no SAF indica que o carbono presente no solo não é apenas armazenado, mas ativamente utilizado pelos microrganismos, o que resulta em uma dinâmica mais sustentável e resiliente a longo prazo (Tabela 1). Isso é crucial para a manutenção da fertilidade do solo, redução da dependência de insumos externos e aumento da capacidade de sequestro de carbono, aspectos essenciais para a mitigação das mudanças climáticas (Torralba *et al.*, 2016).

4. CONCLUSÕES

Os valores de CBM, COT e qMIC indicam que o SAF se destaca pela eficiência na utilização do carbono orgânico do solo pela biomassa microbiana, refletindo em uma maior atividade biológica e melhor ciclagem de nutrientes, estratégia eficaz para melhorar a saúde do solo e promover a sustentabilidade em áreas de cultivo de noqueira-pecã. Por outro lado o SMO, apesar da sua menor diversidade de culturas, emprega práticas conservacionistas e adubação orgânica que favorecem o aumento da matéria orgânica no solo. Esses achados reforçam a necessidade de políticas que incentivem o manejo agroecológico e a diversificação de paisagens agrícolas, visando a sustentabilidade e a conservação dos recursos naturais a longo prazo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. (1993) The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, 25, 393-395.
- LIMA, M.; ALVES, J.; DINIZ, A.; SOUZA, A.; SANTOS, D.. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 1011-1017, ago. 2009.
- MA, Y.; FU, S.; ZHANG, X.; ZHAO, K.; CHEN, H. Y.H.. Intercropping improves soil nutrient availability, soil enzyme activity and tea quantity and quality. **Applied Soil Ecology**, [S.L.], v. 119, p. 171-178, out. 2017.
- PAUL, E. A., SEKHON, N. K., & SHARMA, R. (2018). Soil microbial activity and its significance in sustainable agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 257, 96-104.
- SANTOS, H.; JACOMINE, P.; ANJOS, L.; OLIVEIRA, V.; LUMBRERAS, J.; COELHO, M.; ALMEIDA, J.; ARAUJO FILHO, J.; OLIVEIRA, J.; CUNHA, T, 2018. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa.
- SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 2007. 6 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 98).
- SILVA, I. C.; GOMES, G. S. Sistemas agroflorestais: bases conceituais e uso no sul do Brasil. In: **Semana de Estudos Florestais**(9) Anais...Iratí, 2007.
- SOUZA, Á., OLIVEIRA, A., SOARES R., PEREIRA, J. L., Mello, J. M. (2007). Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Cerne**, 13(1), 96-106.
- TORRALBA, M.; FAGERHOLM, N.; BURGESS, P.J.; MORENO, G.; PLIENINGER, T. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 230, p. 150-161, ago. 2016.