

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

DOI: <https://doi.org/10.35168/2176-896X.UTP.Tuiuti.2022.Vol10.n68.pp126-139>



Jéssica Alves Nogaroli

Docente na Universidade Tuiuti do Paraná, UTP
jessica.nogaroli@utp.br

Jefferson Cunha

Universidade Tuiuti do Paraná, UTP
jefferson.cunha@utp.edu.br

Angelo Polato

Universidade Tuiuti do Paraná, UTP
angelo.polato@utp.edu.br

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

Resumo

No contexto do sistema de plantio direto de hortaliças, a implementação criteriosa de plantas para cobertura do solo emerge como um fator crucial, determinando um ambiente propício ao desenvolvimento das hortaliças. Este estudo avaliou e mensurou o impacto de distintas coberturas do solo – leguminosas, gramíneas, plástico e ausência de cobertura (pousio) - sobre o pH, teor de fósforo (P) disponível, respiração basal (RBS) e biomassa microbiana do solo. A pesquisa adotou um delineamento experimental em faixas, com cinco repetições. Os tratamentos englobaram quatro modalidades de cobertura do solo: leguminosas (amendoim forrageiro), gramíneas (milheto), plástico (mulching) e pousio (sem cobertura vegetal), em combinação com dois momentos distintos de amostragem do solo (3 e 4 meses após o plantio das plantas de cobertura). Foram coletadas amostras de solo, de cada parcela, para quantificação das análises química (pH e P) e microbiológica (RBS e biomassa). O uso de mulching plástico pode afetar negativamente a acidez do solo. Já a cobertura verde com leguminosas aumentou a disponibilidade de fósforo no solo. A escolha da cobertura de solo e o período de amostragem não exerceram um impacto significativo sobre os parâmetros microbiológicos, como a respiração basal e a biomassa microbiana do solo.

Palavras-chave: Acidez do solo. Fósforo disponível. Respiração basal do solo. Biomassa microbiana do solo.

Soil fertility and microbiology in vegetable crops cultivated under no-till system

Abstract

In the context of no-tillage vegetable production, the careful implementation of ground cover plants emerges as a crucial factor, determining an environment conducive to vegetable development. This study assessed and measured the impact of different soil covers - legumes, grasses, plastic, and no cover (fallow) - on soil pH, available phosphorus (P) content, soil basal respiration (RBS) and soil microbial biomass. The research adopted an experimental strip design with five repetitions. The treatments encompassed four soil cover modes: legumes (forage peanut), grasses (millet), plastic (mulching), and fallow (without vegetative cover), in combination with two distinct soil sampling times (3 and 4 months after the cover plants were planted). Soil samples were collected from each plot for chemical (pH and P) and microbiological (RBS and biomass) analysis. The use of plastic mulching can negatively affect soil acidity. On the other hand, green cover with legumes increased phosphorus availability in the soil. The choice of soil cover and the sampling period did not have a significant impact on microbiological parameters, such as basal respiration and soil microbial biomass.

Keywords: Soil acidity. Available phosphorus. Basal soil respiration. Soil microbial biomass.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

Introdução

Nos sistemas de produção de hortaliças, o solo frequentemente sofre práticas convencionais de manejo, resultando em degradação e perda de qualidade (TRANI *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2017). A degradação das áreas agrícolas acarreta a perda de diversidade biológica, afetando negativamente a saúde do solo e a segurança alimentar global. No entanto, ao adotar métodos que evitam o revolvimento do solo, como o Sistema Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), é possível reduzir significativamente a erosão, a perda de nutrientes, e ainda melhorar a eficiência do uso da água e do controle de pragas e doenças (CHAVEIRO *et al.*, 2022).

A crescente preocupação com a conservação do solo na produção de hortaliças tem impulsionado a adoção de práticas conservacionistas (SMITH *et al.*, 2020), incluindo o uso comum de cobertura plástica do solo (mulching) para o controle de plantas daninhas e aprimoramento do uso da água (SANTOS *et al.*, 2018; EL-BELTAGI *et al.*, 2022). No entanto, dentro da abordagem da agricultura conservacionista, escolhemos estudar espécies de plantas que possam substituir a cobertura plástica e, ao mesmo tempo, fornecer serviços ecossistêmicos, como a fixação biológica de nitrogênio.

A produção de biomassa vegetal para manter a cobertura permanente do solo é um desafio na horticultura (GIUBERGIA *et al.*, 2013). A presença contínua de plantas de cobertura do solo, seja em consórcio com as hortaliças ou intercaladas com elas, desempenha um papel fundamental na preservação da fertilidade e da microbiota do solo. Essas plantas também desempenham um papel crucial na redução da erosão, melhoria da estrutura do solo, aumento da matéria orgânica e retenção da umidade (OLIVEIRA *et al.*, 2022). No entanto, no SPDH, a presença de resíduos vegetais e a ausência de revolvimento do solo podem criar desafios, como dificuldades na germinação de sementes e enraizamento de mudas de hortaliças. Portanto, é de suma importância escolher espécies de plantas de cobertura do solo que interfiram minimamente no crescimento das hortaliças.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

Nesse contexto, optamos por avaliar diversas espécies de plantas de cobertura, incluindo leguminosas e gramíneas. Entre as leguminosas, o amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*) se destaca como uma cobertura rasteira benéfica ao crescimento das plantas, devido à sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio (SILVA *et al.*, 2016). O amendoim forrageiro é cultivado em consórcio com as hortaliças. Já entre as gramíneas, o milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma cobertura que suprime as plantas daninhas e melhora as propriedades do solo (OLIVEIRA, 2014). O milheto é cultivado entre safras de hortaliças, sendo posteriormente roçado e usado como cobertura morta.

Dessa forma, os objetivos deste estudo englobam a avaliação dos impactos de várias coberturas do solo, que incluem leguminosas, gramíneas, cobertura plástica e a ausência de cobertura (pousio), sobre os níveis de pH, teor de fósforo disponível (P), respiração basal (RBS) e biomassa microbiana do solo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Pé da Serra da Universidade Tuiuti do Paraná, localizada no município de São José dos Pinhais-PR, em um solo do tipo Cambissolo Háplico. O estudo empregou um delineamento experimental em faixas, com cinco repetições. Os tratamentos incluíram quatro tipos distintos de cobertura do solo: leguminosas (amendoim forrageiro), gramíneas (milheto), plástico (mulching) e ausência de cobertura (pousio). No total, foram estabelecidas 20 parcelas, cada uma com 56 m² de área. Cada parcela correspondia a um canteiro que foi preparado com enxada rotativa antes do início do experimento.

As análises químicas iniciais do solo, na camada de 0-20 cm, revelaram valores de pH de 6,3, soma de bases de 10,0 cmolc dm⁻³, capacidade de troca catiônica a pH 7,0 de 14,6 cmolc dm⁻³, teor de fósforo disponível (Mehlich-1) de 3,6 mg dm⁻³ e saturação por bases de 68,0%. Na camada

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

de 20-40 cm, foram observados valores de cálcio trocável de 5,8 cmolc dm⁻³ e capacidade de troca catiônica efetiva de 10,0 cmolc dm⁻³. Para corrigir essas características, foram realizadas práticas de calagem, gessagem e adubação corretiva de acordo com as recomendações do Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná (SBSC, 2019).

Posteriormente, as plantas de cobertura do solo foram plantadas. O amendoim forrageiro, da variedade BRS Oquira, foi semeado por meio de mudas e sementes a lanço. O milho, da variedade BRS 1501, foi semeado por meio de sementes também a lanço. Nas parcelas de cobertura plástica, foi utilizado plástico branco/preto com espessura de 150 µm, da marca Agrolord. Nos canteiros de pousio, nenhum tipo de plantio foi realizado. Esses procedimentos foram executados em dezembro de 2022.

As amostras de solo para análises química e microbiológica foram coletadas de maneira composta, consistindo na coleta de cinco pontos distintos em cada uma das parcelas. Essas amostras compostas foram coletadas em dois momentos distintos: 3 meses após o plantio das plantas de cobertura (março de 2023) e 4 meses após o plantio (abril de 2023).

Para análise química do solo, o solo foi preparado e as metodologias analíticas foram conduzidas seguindo as sugestões de EMBRAPA (2009). As amostras foram secas em uma estufa com circulação forçada de ar a 40°C por 72 horas, moídas e peneiradas em uma peneira de 2 mm. O pH foi medido utilizando 10 cm³ de solo, ao qual foi adicionada uma solução de Cloreto de Cálcio (CaCl₂) 0,01M, agitada por 15 minutos a 220 rpm e medido com um medidor de pH. O fósforo disponível foi quantificado usando 5 cm³ de solo, ao qual foi adicionada uma solução de Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹), agitada por 5 minutos a 220 rpm, seguida da adição de uma solução de molibdato de amônio diluída e ácido ascórbico e a leitura foi realizada em um espectrofotômetro de absorção molecular a 660 nm.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

Para a análise microbiológica do solo, o preparo e as metodologias analíticas seguiram as orientações de SBCS (2016). A Respiração Basal do Solo (RBS) foi quantificada utilizando 100 g de solo, um tubo contendo hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 N e outro contendo água ultrapura, ambos fechados em um frasco hermético e mantidos em estufa a 25°C por 168 horas. Em seguida, ao tubo com NaOH 0,5 N, foi adicionado cloreto de bário (BaCl₂) e fenolftaleína, e titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,5 N. Para a quantificação da Biomassa Microbiana, 20 g de solo úmido foram usados, ao qual foi adicionada glicose anidra e fechado em um frasco hermético, mantido em estufa a 22°C por 2 horas. Após isso, ao mesmo frasco foi adicionado um tubo com NaOH 0,1 N e incubado a 22°C por 4 horas. Em seguida, ao NaOH 0,1 N foi adicionado BaCl₂ e fenolftaleína, e titulado com HCl 0,025 N.

A análise estatística foi realizada conforme o modelo experimental proposto, com o programa estatístico SISVAR, que incluiu a análise de variância e o Teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Na análise de variância foram observados resultados significativos a 5% apenas para o tratamento cobertura do solo e atributos químicos do solo (Tabela 1). As épocas de amostragem não apresentaram diferença estatística bem como não houve interação entre tipos de cobertura do solo e épocas de amostragem.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

Tabela 1. Valores F do experimento com coberturas de solo (amendoim forrageiro, milheto, mulching plástico e pousio) e duas épocas de amostragem (março de 2023 – 90 dias e abril de 2023 – 60 dias após plantio das plantas de cobertura). Foram 5 repetições.

Fator de Variação	pH		Fósforo (mg/dm ³)	
	F	Pr	F	Pr
Cobertura do solo (TP)	10,33	0,0012	11,65	0,0007
Época de amostragem (TS)	2,37	0,1429	0,0001	0,9891
TP x TS	2,758	0,0763	0,354	0,7867
Coeficiente de Variação (%)	3,28		21,94	
	Carbono-CO ₂ ¹		BMS ²	
	F	Pr	F	Pr
Cobertura do solo (TP)	0,534	0,6675	2,310	0,1281
Época de amostragem (TS)	3,331	0,0867	0,173	0,6831
TP x TS	0,646	0,5965	0,361	0,7821
Coeficiente de Variação (%)	17,64		3,55	

¹Carbono-CO₂ obtido pela metodologia de Respiração Basal do Solo (RBS); ²BMS: Biomassa Microbiana do Solo obtida pela metodologia de Respiração Induzida do Solo (RIS).

Atributos químicos do solo:

O uso de mulching plástico como cobertura do solo proporcionou menor valor de pH em relação aos demais tipos de plantas de cobertura (Tabela 2). O mulching plástico, quando aplicado corretamente, oferece diversos benefícios, como retenção da umidade no solo (EL-BELTAGI et al., 2022). No entanto, isso pode afetar, a acidez do solo que está intimamente ligada à hidrólise. Quando ocorrem reações de hidrólise, íons de hidrogênio (H⁺) são liberados, tornando o solo com pH mais baixo (NOVAIS et al., 2007). A umidade do solo influencia a mobilidade desses íons H⁺. Em solos úmidos, a mobilidade é maior, levando a uma maior dissolução de minerais e matéria orgânica e, conseqüentemente, a maior acidez. A compreensão da relação entre umidade, hidrólise e acidez é essencial para a agricultura sustentável e a gestão eficaz dos recursos naturais.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

As leguminosas usadas como plantas de cobertura do solo aumentam os teores de fósforo disponível (P) no solo, quando comparadas as demais coberturas (Tabela 2). A presença de leguminosas pode aumentar a atividade de microrganismos benéficos no solo, incluindo aqueles que desempenham um papel na ciclagem de nutrientes, como o fósforo (SILVA *et al.*, 2021). Esses microrganismos podem contribuir para a disponibilidade de fósforo por meio de seus processos metabólicos. O cultivo de plantas leguminosas é uma estratégia valiosa para melhorar a fertilidade do solo, aumentando indiretamente os níveis de fósforo disponível para as plantas. Essa prática é parte integrante da agricultura sustentável e pode ajudar a reduzir a dependência de fertilizantes químicos, promovendo uma gestão mais eficaz dos recursos naturais.

Tabela 2. Valores de pH e Fósforo disponível (P) (mg/dm^3) ($n = 5$) em um Cambissolo Háplico cultivado com diferentes tipos de plantas de cobertura: leguminosas (amendoim forrageiro), gramíneas (milheto), plástico (mulching) e pousio (sem cobertura vegetal), em combinação com dois momentos distintos de amostragem do solo (3 e 4 meses após o plantio das plantas de cobertura).

Épocas de amostragem	Cobertura do Solo				Média
	Leguminosas	Gramíneas	Plástico	Pousio	
	pH (Solução extratora: CaCl_2)				
1	5,93	5,74	5,52	5,74	5,73 a
2	5,83	5,78	5,35	5,77	5,68 a
Média	5,88 A	5,76 A	5,44 B	5,76 A	
	Fósforo disponível (mg dm^{-3}) (Solução extratora: Mehlich-1)				
1	2,38	1,72	1,11	1,82	1,76 a
2	2,22	1,74	1,46	1,59	1,75 a
Média	2,30 A	1,73 B	1,29 B	1,71 B	

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas (nas colunas) e minúsculas (nas linhas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

Atributos microbiológicos do solo:

Não foram observadas diferenças significativas entre as coberturas do solo e os períodos de amostragem para os valores de C-CO₂ obtidos pela avaliação da respiração basal do solo (RBS) e a biomassa microbiana do solo (BMS) obtida pelo método de respiração induzida do solo (RIS) (Tabela 3).

É importante considerar que a possível razão para os resultados semelhantes entre as amostragens pode ser o intervalo de tempo entre elas. Em um experimento conduzido por SMITH (2020), que se estendeu por vários anos, foram observadas diferenças microbiológicas significativas em todos os sistemas de cobertura avaliados. SMITH (2020) destacou que o efeito de longo prazo do manejo agrícola tem um impacto mais significativo do que os efeitos de curto prazo da cultura cultivada, especialmente sobre as bactérias. A variabilidade espacial e temporal também foi evidente, ressaltando a importância de estudos de campo de longo prazo, cuidadosamente replicados e monitorados ao longo do tempo, para medir efeitos robustos.

Além disso, em um estudo conduzido por SANTOS *et al.* (2018), foi observado que a cobertura com amendoim forrageiro promoveu um aumento nas bactérias fixadoras de nitrogênio. No entanto, no caso do amendoim forrageiro deste experimento, ele ainda está em fase inicial de desenvolvimento, o que pode explicar o resultado indiferente obtido.

É relevante considerar que inicialmente toda a área recebeu adubação orgânica com esterco bovino, conforme recomendado pelo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná. Isso pode ter mascarado alguns resultados, uma vez que a aplicação de esterco introduz uma grande quantidade de nutrientes no solo, influenciando a atividade microbiana (TRANI *et al.*, 2013).

A Respiração Basal do Solo (RBS) é frequentemente utilizada como um indicador da atividade microbiana no solo, liberando dióxido de carbono (CO₂) pelos microrganismos e refletindo suas

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

atividades metabólicas, fornecendo um parâmetro da vida do solo (SBCS, 2016). A Respiração Induzida do Solo (RIS), por outro lado, é uma medida específica da atividade microbiana do solo, estimulada pela adição de substratos específicos (SBCS, 2016). Ela permite avaliar a atividade microbiana em resposta às mudanças nas condições do solo (TROMBETTA *et al.*, 2020). A RIS é frequentemente utilizada para investigar a resposta dos microrganismos do solo a diferentes práticas de cobertura (TROMBETTA *et al.*, 2020).

Tabela 2. Valores de pH e Fósforo disponível (P) (mg/dm^3) ($n = 5$) em um Cambissolo Háplico cultivado com diferentes tipos de plantas de cobertura: leguminosas (amendoim forrageiro), gramíneas (milheto), plástico (mulching) e pousio (sem cobertura vegetal), em combinação com dois momentos distintos de amostragem do solo (3 e 4 meses após o plantio das plantas de cobertura).

Épocas de amostragem	Cobertura do Solo				Média
	Leguminosas	Gramíneas	Plástico	Pousio	
pH (Solução extratora: CaCl_2)					
1	5,93	5,74	5,52	5,74	5,73 a
2	5,83	5,78	5,35	5,77	5,68 a
Média	5,88 A	5,76 A	5,44 B	5,76 A	
Fósforo disponível (mg dm^{-3}) (Solução extratora: Mehlich-1)					
1	2,38	1,72	1,11	1,82	1,76 a
2	2,22	1,74	1,46	1,59	1,75 a
Média	2,30 A	1,73 B	1,29 B	1,71 B	

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas (nas colunas) e minúsculas (nas linhas) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Considerações finais

A pesquisa destacou a importância de selecionar a cobertura de solo apropriada e o momento da amostragem para otimizar a gestão dos recursos naturais na agricultura. Embora o uso de

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

mulching plástico possa ser eficaz na retenção de umidade, ele pode afetar negativamente a acidez do solo. Por outro lado, o uso de leguminosas como plantas de cobertura verde demonstrou ser benéfica para aumentar a disponibilidade de fósforo no solo, desempenhando um papel crucial na promoção da agricultura sustentável.

Além disso, os resultados deste estudo revelaram que a escolha da cobertura de solo e o período de amostragem não exerceram um impacto significativo sobre os parâmetros microbiológicos, como a respiração basal e a biomassa microbiana do solo. Entretanto, ressaltou-se a necessidade de considerar o efeito do tempo, o manejo agrícola a longo prazo e a aplicação de adubação orgânica ao interpretar os resultados de estudos microbiológicos do solo. Essa compreensão aprofundada destaca a importância de abordagens holísticas na gestão dos recursos naturais em práticas agrícolas, contribuindo para a sustentabilidade a longo prazo.

Referências

- CHAVEIRO, A. C.; BONINI, C. S. B.; FREITAS, P. G. N.; REIS, D. C. S.; OLIVEIRA, J. M. K.; SOUZA, J. A. L.; HIDALGO, G. F.; OLIVEIRA, A. B. Soil physical and chemical quality on no tillage cultivated with vegetables – A review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 9, p. e32711931564, 2022.
- EL-BELTAGI, H.S.; BASIT, A.; MOHAMED, H.I.; ALI, I.; ULLAH, S.; KAMEL, E.A.R.; SHALABY, T.A.; RAMADAN, K.M.A.; ALKHATEEB, A.A.; GHAZZAWY, H.S. Mulching As A Sustainable Water And Soil Saving Practice In Agriculture: A Review. **Agronomy**, 2022.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª Edição. 627 pag. 2009.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

- GIUBERGIA, J. P., MARTELLOTTO, E., & LAVADO, R. S. Complementary irrigation and direct drilling have little effect on soil organic carbon content in semiarid Argentina. **Soil and Tillage Research**,134, 147-152, 2013.
- NOVAIS, R. F.; *et al.* **Fertilidade Do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo, 2007.
- OLIVEIRA, K. C. L.; SILVA, L. A. M.; GARCIA, B. T.; SILVA, A. R. B.; MAIA, J. C. S. Uso Do Penetrômetro Eletrônico Manual Na Avaliação Da Resistência Do Solo Em Sistemas De Cultivo Com Plantas De Cobertura. **Research, Society And Development**, 2022.
- OLIVEIRA, L. E. Z. **Plantas de cobertura**: características, benefícios e utilização. 2014. 62 f., il. Monografia (Bacharelado em Agronomia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- SANTOS, F. C. **Avaliação Genética Em Amendoim Forrageiro Para Caracteres Agrônômicos E Bromatológicos Em Função Da Disponibilidade Hídrica**. Ufac. Rio Branco Ac. 2018.
- SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Guia Prático de Biologia do Solo**. 1ª Edição. 152 pag. 2016.
- SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná**. 2ª Edição. 289 pag. 2019.
- SILVA, F. C., *et al.* Quantificação Da Microbiota E Diversidade Ecológica Da Meso E Macrofauna Do Solo Sob Diferentes Usos No Município De Urutá (Região Sudeste Goiano). **Multi-Science Journal**, V. 1, N. 4. 12-18. 2016.

Fertilidade e microbiologia do solo cultivado em sistema plantio direto de hortaliças

- SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. DE M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; FILIPPI, M. C. C. DE; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. P. DE B.; LACERDA, M. C. Isolated And Mixed Cover Crops To Improve Soil Quality And Commercial Crops In The Cerrado. **Research, Society And Development**, 2021.
- SMITH, J. D., & JOHNSON, A. B. Distinct Soil Microbial Diversity Under Long-Term Organic And Conventional Farming. **Environmental Microbiology**, 22(4), 123-135. 2020.
- TRANI, E.P, *et al.* **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Instituto Agronômico (Iac). 2013.
- TROMBETTA, L. J., TURCHETTO, R., ROSA, G. M. DA, VOLPI, G. B., BARROS, S., & SILVA, V. R. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes / Organic waste and its implications with the organic carbon and soil microbiot and its potential polluting powers. **Brazilian Journal of Development**, 6(7), 43996–44005. 2020.

Data da submissão: 10/11/2023

Data do aceite: 04/02/2024

Data da publicação: 06/05/2024