



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Efeitos dos consórcios entre plantas de cobertura na atividade respiratória dos microrganismos do solo

Effects of intercropping cover crops on the respiratory activity of soil microorganisms

Marcia Cristina dos Santos*, Ana Regina Dahlem Ziech[†],
Daiana Jungbluth[‡], Camila Roberta Pereira[§].

RESUMO

A qualidade do solo pode ser afetada por processos que ocorrem através dos microrganismos, e como ela está relacionada à sua diversidade, ela serve como indicador prévio da degradação ou melhoria da qualidade do solo. O objetivo foi avaliar a atividade de microrganismos do solo através da respiração basal, nos diferentes consórcios de plantas de cobertura de inverno, ao longo do ciclo da cultura do milho. O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no município de Santa Helena – PR. O experimento foi estabelecido em sistema plantio direto em 2019, com delineamento de blocos ao acaso, sendo 7 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram os seguintes: 1) Aveia Preta – (AP) 100%; 2) Nabo Forrageiro – (NF) 100%; 3) (AP) 25% + (NF) 75%; 4) (AP) 50% + (NF) 50%; 5) (AP) 75% + (NF) 25%; 6) Pousio com cama de aviário e 7) Pousio sem cama de aviário. Aos 24 dias após o manejo das plantas de cobertura o consórcio 75% (AP) + 25% (NF) apresentou 61,5 mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo dia⁻¹, propiciando condições favoráveis para a atuação dos microrganismos do solo.

Palavras-chave: Manejo do solo, plantio direto, respiração basal do solo.

ABSTRACT

Soil quality can be affected by processes that occur through microorganisms, and as it is related to its diversity, it serves as a previous indicator of degradation or improvement in soil quality. The objective was to evaluate the activity of soil microorganisms through basal respiration, in different winter cover crops consortia, throughout the corn crop cycle. The study was carried out at the Experimental Station of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), in the municipality of Santa Helena – PR. The experiment was established in a no-tillage system in 2019, with a randomized block design, with 7 treatments and 3 replications. The treatments were as follows: 1) Black Oat – (AP) 100%; 2) Forage Turnip – (NF) 100%; 3) (AP) 25% + (NF) 75%; 4) (AP) 50% + (NF) 50%; 5) (AP) 75% + (NF) 25%; 6) Fallow with aviary bed and 7) Fallow without aviary bed. At 24 days after the management of the cover crops, the 75% (AP) + 25% (NF) consortium presented 61.5 mg of C-CO₂ kg⁻¹ soil day⁻¹, providing favorable conditions for the action of soil microorganisms.

Keywords: Soil management, no-till, basal soil respiration.

* Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; marcia.holdefer@hotmail.com

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena; anaziech@utfpr.edu.br

[‡] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; daianaj@alunos.utfpr.edu.br

[§] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; camilarobertapereira@hotmail.com



1 INTRODUÇÃO

A presença de microrganismos no solo é um indicador de qualidade, além de verificar se o uso atual do solo está ocorrendo de forma que não comprometa o uso futuro. Os microrganismos realizam uma função essencial na ciclagem de nutrientes e na preservação da fertilidade do solo (SILVA, 2007).

A qualidade do solo é afetada por processos que ocorrem através dos microrganismos, e como ela está relacionada à sua diversidade, ela tem potencial de servir como indicador prévio da degradação ou melhora da qualidade do solo (ISLAM; WEIL, 2000a).

A respiração basal do solo (RBS), e a liberação de carbono mineralizável (C-CO₂) em amostras de solo são indicadores da atividade heterotrófica da biomassa. Os fungos e bactérias são os maiores responsáveis pela liberação de CO₂ via degradação da matéria orgânica (MO) (JENKINSON; POWLSON, 1976). Siqueira (1994) estima que apenas 5% do espaço poroso do solo é ocupado pela comunidade microbiana.

Os principais responsáveis pelos processos bioquímicos envolvidos na decomposição da matéria orgânica e na liberação de nutrientes (nitrogênio, fósforo e enxofre) são os fungos, bactérias e actinomicetos, e sua atividade pode ser medida pela respiração do solo. A maior parte da respiração total do solo (96%) é de responsabilidade de fungos e bactérias, e o restante é realizado pela fauna do solo. O papel desses organismos no solo promove melhorias físicas, como aeração, infiltração, retenção de água e agregação das partículas, e quanto maior intensidade de decomposição dos resíduos vegetais, maior será o efeito de agregação sobre o solo (CARDOSO, 2016).

O tipo de preparo do solo e o plantio de novas safras impõem novas condições ao sistema solo/microrganismos, afetando diretamente a disponibilidade, qualidade e quantidade de nutrientes no solo (LISBOA et al, 2012). Segundo Islam e Weill (2000b) a atividade microbiana está relacionada com a degradação ou à qualidade do solo, sendo a respiração basal do solo medida através da atividade microbiológica do solo, onde os microrganismos degradam os compostos orgânicos em CO₂ (SILVA et al., 2013). A respiração microbiana do solo pode ser determinada pelo consumo de oxigênio ou pela emissão de CO₂. Segundo Araújo e Monteiro (2007), a avaliação da respiração do solo pela produção de CO₂ é mais sensível devido à menor concentração atmosférica do dióxido de carbono em relação ao oxigênio atmosférico, o que permite avaliar pequenas alterações de maneira mais precisa.

O sistema de plantio direto (SPD) possui alguns princípios básicos, que são, o menor revolvimento do solo possível, a rotação de culturas e a alta adição de palhada com objetivo de proteger a cobertura do solo com resíduos vegetais. É um tipo de manejo que beneficia a ciclagem de nutrientes e proteção do solo, onde as lavouras são semeadas sucessivamente sobre os resíduos acumulados da safra anterior. Da mesma forma, inúmeras outras vantagens são promovidas por esse sistema, como, diminuição do uso de combustíveis fósseis, mão de obra, tempo e desgaste das máquinas, aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial do solo, maior ação biológica, melhoria dos atributos físicos do solo e também, uma vez que o sistema atingir estabilidade ele resulta no aumento do rendimento das culturas, dando maior lucratividade ao produtor (SALTON; HERNANI, 1998).

A partir do SPD pode-se observar a crescente utilização das plantas de cobertura nas áreas agrícolas do Sul do Brasil (SILVA, 2007). As espécies vegetais usadas como cobertura do solo ajudam a melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, além de ajudarem no controle de plantas daninhas, doenças, nematóides e pragas, ajudando diretamente as próximas culturas (LAMAS, 2017).



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

De acordo com Calegari (2001) a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) é uma das plantas de cobertura mais utilizadas na Região Sul do Brasil, sendo muito cultivada no estado do Paraná como adubo verde. Se estima que o uso da aveia preta esteja em torno de 30% em relação às outras espécies utilizadas nas rotações e sucessões de culturas. Além disso, a aveia preta é muito utilizada em cultivos consorciados com espécies como a ervilha forrageira, nabo forrageiro e ervilhaca.

Segundo Derpsch e Calegari (1992) o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), pertencente à família Brassicaceae, é uma planta anual, alógama, herbácea, ereta, muito ramificada e que pode atingir de 100 até 180 cm de altura. De acordo com Brasi (2008) o nabo forrageiro é uma planta muito ativa, com um sistema radicular pivotante, robusto e profundo, que pode romper camadas de solo extremamente espessas e/ou compactas com profundidades superiores a 2,50m. Segundo Musskopf (2010) o nabo forrageiro possui características de alelopatia, fazendo com que ele possa inibir a presença e desenvolvimento de vários invasores não desejados.

Considerando a importante utilização da aveia preta e do nabo forrageiro em cultivos solteiros e consorciados em sistemas produtivos no SPD, qual a influência das diferentes densidades de cada espécie na composição do consórcio sobre os microrganismos do solo?

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a atividade de microrganismos do solo através da respiração basal, nos diferentes consórcios de plantas de cobertura de inverno, ao longo do ciclo da cultura do milho verde.

2 MÉTODO

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus* Santa Helena, no município de Santa Helena - PR. Cujas localizações se dá pelas coordenadas de 24°51'37" de latitude leste e 54°19'58" de longitude oeste com altitude ortométrica de 258m acima do nível do mar e, solo predominantemente do tipo Nitossolo + Latossolo (EMBRAPA FLORESTAS et al., 2012). O clima é classificado como Cfa (com verão quente) sem estação seca definida, com temperatura média anual entre 20°C e 22°C, conforme Koppen (FREITAS, 2016).

O experimento foi estabelecido através do sistema plantio direto em 2019, com delineamento de blocos ao acaso, sendo 7 tratamentos e 3 repetições, totalizando 21 parcelas com 25m² cada. Os tratamentos utilizados são formados por sistemas de consórcios entre aveia preta e nabo forrageiro em diferentes densidades de semeadura para cada uma das espécies, bem como as mesmas em cultivo solteiro. Os tratamentos foram os seguintes: 1) Aveia Preta – AP 100%; 2) Nabo Forrageiro – NF 100%; 3) AP 25% + NF 75%; 4) AP 50% + NF 50%; 5) AP 75% + NF 25%; 6) Pousio com cama de aviário e 7) Pousio sem cama de aviário.

Para avaliar a respiração basal do solo pela liberação de CO₂ através dos microrganismos, foram realizadas coletas de solo na profundidade de 0 a 10cm, aos 24, 39, 54, 69, 84 e 99 dias após o manejo das plantas de cobertura, em dois pontos por parcela, sendo realizada uma amostra composta. Para comparação dos resultados obtidos no sistema produtivo, foram realizadas coletas de solo em mata nativa próxima ao estudo, de forma a constituir-se como unidade de referência.

A obtenção da respiração basal do solo foi realizada em duplicatas por parcela, a partir de 50g de solo peneirado e incubado em frascos de vidro hermeticamente fechados contendo 10mL de hidróxido de sódio (NaOH), 0,5mol L⁻¹ para a captura do CO₂ liberado pela amostra. Após 7 dias de incubação em BOD



com temperatura de $\pm 27^{\circ}\text{C}$, efetuou-se a titulação do NaOH, do interior dos frascos, com ácido clorídrico (HCl) $0,5\text{mol L}^{-1}$ acrescido de 2mL de cloreto de bário (BaCl_2 , 10% (m/v) para precipitação do carbonato (imediatamente após abertura do frasco) e 2 gotas de fenolftaleína 1% (m/v) como indicador (SILVA; AZEVEDO; POLLI, 2007).

A determinação da respiração basal do solo foi obtida através do seguinte cálculo:

$$\text{RBS (mg de C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = (((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / P_s) / T$$

Em que:

RBS: Carbono resultante da respiração basal do solo;

V_b (mL) = volume de ácido clorídrico utilizado na titulação da solução controle (branco);

V_a (mL) = volume gasto na titulação da amostra;

M = molaridade exata do HCl;

P_s (g) = massa de solo seco;

T = tempo de incubação da amostra em horas

A umidade do solo nas condições em que se realizou a determinação da respiração basal, foi determinada a partir de amostras de 50g de solo, colocadas em estufa de circulação de ar forçada a 105°C e em seguida pesadas novamente.

Os dados obtidos foram digitados e organizados em planilha eletrônica, e submetidos à análise de variância (Anova) e teste de comparação de médias pelo teste Duncan a 5% de probabilidade de erro, pelo programa estatístico Genes (CRUZ, 2006).

3 RESULTADOS

Os resultados para atividade respiratória dos microrganismos do solo ao longo do processo de decomposição das plantas de cobertura do solo, encontram-se agrupadas na Tabela 1.

Observa-se que na primeira coleta aos 24 dias após o manejo das plantas de cobertura, as maiores taxas de respiração basal do solo pela atividade dos microrganismos ocorreram nos tratamentos AP 75% + NF 25% e AP 100%, apresentando 61,5mg e 59,5mg de $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$. Comparando os valores encontrados com as médias do solo da mata como unidade de referência (48,6mg de $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$), percebe-se que ambos os tratamentos descritos apresentam condições favoráveis para os microrganismos do solo desempenharem suas funções no ecossistema agrícola, uma vez que se assemelham ao ambiente sem interferência humana.

A maior parte dos resultados obtidos na coleta dos 39 dias se manteve similar as coletas dos dias 24 e 54 (30/10/2020 e 01/12/2020 respectivamente), isso pode ter ocorrido por conta de fatores climáticos, sendo que durante esse período a temperatura média foi de $24,5^{\circ}\text{C}$ e a precipitação ficou distribuída em 10,2mm dos 24 aos 39 dias e 35,6mm dos 39 aos 54 dias.

Na coleta dos 69 dias os tratamentos apresentaram emissões diárias de 45,6 e 33,1mg de $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ não se diferenciando entre si, com exceção do pousio sem cama de aviário, que foi estatisticamente inferior, apresentando menor atividade respiratório em relação aos demais tratamentos no período.

Por sua vez, os tratamentos constituídos pelos pousios, com e sem adição de adubação orgânica, apresentaram as menores atividades respiratória, dos microrganismos, com liberação média de 23,8 e 20,1mg de $\text{C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$ respectivamente, aos 24 dias, isso ocorre, por que segundo Salton, Hernani e Fontes (1998) a matéria orgânica é fonte de energia para os microrganismos, o que resulta no aumento da atividade microbiana.



Tabela 1. Resultados obtidos da Respiração Basal do Solo (mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo dia⁻¹), e seus respectivos tratamentos, assim como o tempo em dias da coleta do solo após o manejo das plantas de cobertura

Tratamentos	Tempo após o manejo das plantas de cobertura (dias)					
	24	39	54	69	84	99
AP 100%	59,5 a*	20,8 ab	20,3 ab	33,1 a	18,2 a	12,3 a
AP 75% + NF 25%	61,5 a	23,2 a	34,6 a	45,6 a	24,8 a	17,2 a
AP 50% + NF 50%	52,0 ab	20,8 ab	21,9 ab	33,9 a	11,2 a	20,3 a
AP 25% + NF 75%	53,5 ab	24,9 a	26,4 ab	35,4 a	17,0 a	16,9 a
NF 100%	33,4 bc	18,8 ab	29,2 ab	37,6 a	12,5 a	11,3 a
Pousio c/ cama de aviário	23, 8 c	26,2 a	28,7 ab	37,3 a	15,9 a	18,1 a
Pousio s/ cama de aviário	20,1 c	8,4b	15,4 b	10,6 b	6,6 a	5,9 a
Mata	48,6	16,9	13,6	29,0	10,6	21,0

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey com probabilidade erro de 5% (p>0,05).
ns: não significativo. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2021).

A atividade respiratória dos microrganismos no tratamento nabo forrageiro em cultivo isolado, não apresentou diferença estatística a ambos os pousios, aos consórcios com maior proporção da sua espécie na combinação (AP 50% + NF 50% e AP 25% + NF 75%), segundo Musskopf (2010) isso ocorre por que o nabo apresenta compostos químicos oriundo do seu metabolismo secundário, os quais lhe conferem característica alelopáticas, ou seja, potencial para interferir no desenvolvimento de outras plantas através da liberação dessas substâncias no meio ambiente.

Na coleta dos 99 dias, observou-se que a mata apresentou maior taxa de respiração basal do solo, 21,0mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo dia⁻¹, enquanto o pousio sem cama de aviário apresentou novamente o menor valor 5,9mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo dia, e os demais tratamentos se mantiveram semelhantes.

4 CONCLUSÃO

Durante o período de avaliação o tratamento que apresentou condições mais favoráveis para os microrganismos realizarem suas funções foi o consórcio AP 75% + NF 25% que aos 24 dias apresentou 61,5mg de C-CO₂ kg⁻¹ solo dia⁻¹ e manteve atividade respiratória elevada ao longo de todo o período de acompanhamento.

Com os dados obtidos, podemos constatar que a respiração basal do solo é maior quando utilizamos plantas de cobertura no sistema de produção, uma vez que as menores taxas de respiração estavam no pousio.



REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. *Biosci. J.*, Uberlândia, v.23, n.3, p. 66-75, 2007.
- BRASI, Luiz Antônio C.s. et al. Nabo - adubo verde, forragem e bioenergia. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/nabo/.
- CALEGARI, A. Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Londrina, 2001. **Anais** Londrina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p.241.
- CARDOSO, Elke Jurandy Bran Nogueira; ANDREOTE, Fernando Dini. **MICROBIOLOGIA DO SOLO**. 2. ed. Piracicaba: Esalq, 2016. 221 p.
- CRUZ, C. D. Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes. 1st ed. Viçosa: UFV, 2006.
- DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: Iapar, 1992. 80p. (Circular, 73).
- EMBRAPA FLORESTAS. **Mapa simplificado de solos do Paraná**. 2012.
- FREITAS, Micheli Martinenghi Sindronio de. **Clima do Paraná**. 2016. Disponível em: infoescola.com/geografia/clima-do-parana/.
- ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. *J. Soil Water Conserv.*, 55:69-79, 2000a.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000b.
- JENKINSON, D.S. & POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 8:209-213, 1976.
- LAMAS, Fernando Mendes. **Plantas de cobertura: O que é isto?** 2017.
- LISBOA, B. B; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O. D.; MARTINS, A. F.; SELBACH, P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, G, v. 36, n. 1, p. 33-43, 2012.
- MUSSKOPF, Cleyton; VIECELLI, Clair Aparecida; ZANCANARO, Sidnei; ZATTA, Leandro. Efeitos alelopáticos da adubação verde com raiz de nabo forrageiro sobre a cultura do feijoeiro. **Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 3, n. 4, p. 10-15, nov. 2010.
- SALTON, Júlio Cesar; HERNANI, Luis Carlos; FONTES, Clarice Zanoni. **Sistema plantio direto**. Brasília: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998.
- SILVA, J. M.; ALBURQUERQUE, L. S. D.; SANTOS, T. M. C. D.; OLIVEIRA, J. U. L. D.; GUEDES, E. L. F. Mineralização de vermicompostos estimada pela respiração microbiana. *Revista Verde*, Pombal, PB, v. 8, n. 4, p. 132-135, 2013.
- SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂). *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2007. 4 p. (Comunicado técnico, 99).
- SILVA, Edmilson Evangelista da *et al.* **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. *Seropédica/Rj: Embrapa*, 2007.
- SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília. DF: EMBRAPA, 1994. 142 p.