



A COMPACTAÇÃO DO SOLO REDUZ A ATIVIDADE MICROBIANA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

DEBIASI, B.C.T.¹; DEBIASI, H.²; RONDINA, A.B.L.²; FRANCHINI, J.C.²; BALBINOT JUNIOR, A.A.²; HUNGRIA, M.²; NOGUEIRA, M.A.². ¹Universidade Estadual de Londrina - UEL, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Londrina, PR; ²Embrapa Soja, Londrina, PR, henrique.debiasi@embrapa.br.

A utilização de modelos de produção com baixo aporte de fitomassa da parte aérea e raízes, associado ao tráfego intenso de máquinas em solo úmido, têm resultado na formação de camadas compactadas no sistema plantio direto (SPD). A compactação afeta negativamente a estrutura do solo, o que pode alterar os microhabitats e, assim, influenciar na distribuição e atividade dos microrganismos que atuam nos ciclos biogeoquímicos do solo (Pengthamkeerati et al., 2011). Por sua vez, o cultivo de espécies vegetais com alto potencial de produção de palha e raízes, ao mitigar a compactação (Calonego et al., 2017), favorece os fluxos de água e ar no solo e, assim, pode aumentar a biomassa e atividade microbiana. Adicionalmente, a utilização de plantas de cobertura, como a aveia e a braquiária, acarretam maior disponibilidade de nutrientes e compostos orgânicos utilizados como fontes de energia e nutrientes pelos microrganismos, em função do maior aporte de palha e raízes e, também, de exudatos radiculares. Este fator, associado ao aumento da umidade e menor ocorrência de temperaturas extremas em função da cobertura do solo, favorece a comunidade microbiana do solo. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da compactação e de culturas de outono-inverno sobre os atributos microbiológicos em um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso sob SPD.

O experimento foi instalado em fevereiro/2013, na Embrapa Soja, em Londrina-PR (23°11' S, 51°11' O e 620 m de altitude), seguindo o delineamento de blocos ao acaso com três repetições, em parcelas subdivididas. Os tratamentos compreenderam quatro espécies vegetais cultivadas no outono-inverno nas parcelas (braquiária ruziziensis, aveia preta, milho 2° safra, e trigo), e três estados de compactação (EC) nas subparcelas: EC1- SPD escarificado em fevereiro/2013; EC2- SPD sem escarificação e sem compactação adicional por tráfego; e EC3- SPD compactado com oito passadas de colhedora com massa de 9,6 Mg, também em fevereiro 2013. No outono-inverno de 2013, todas as parcelas foram ocupadas por trigo, de modo que as espécies vegetais avaliadas começaram a ser cultivadas a partir do outono-inverno de 2014. No verão, em todos os tratamentos e safras, foi implantada a cultura da soja. Amostras deformadas de solo foram coletadas em outubro/2014, após a colheita ou dessecação das culturas de outono-inverno, na camada de 0-0,1 m. Os atributos microbiológicos determinados foram: respiração basal (RB) (Alef, 1995); carbono da biomassa microbiana (CBM), por fumigação-extração (Vance et al., 1987); e a atividade das enzimas celulase (Schinner e von Mersi, 1990), L-glutaminase (Frankenberger e Tabatabai, 1991), fosfatase ácida (Tabatabai e Bremner, 1969) e arilsulfatase (Spencer, 1958). Nos mesmos pontos, foram coletadas em outubro/2014 amostras com estrutura preservada por meio de anéis de aço inox (100 cm³), inseridos verticalmente no centro da camada de 0-0,1 m, para determinar a densidade do solo (DS), macroporosidade, microporosidade e porosidade total, conforme Embrapa (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, teste F, p < 0,05) e comparação de médias pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Os atributos físicos foram significativamente influenciados pelos ECs, mas não pelas culturas de outono-inverno (dados não apresentados). Os valores de DS microporosidade variaram seguindo a ordem EC1<EC2<EC3, com o oposto ocorrendo para a macroporosidade e porosidade total. A interação ECs x culturas de outono-



inverno não foi significativa para os atributos microbiológicos estudados. Assim, foram considerados os efeitos isolados dos ECs e das culturas de outono-inverno (Tabela 1). A RB e a atividade da fosfatase ácida e celulase diminuíram com o aumento do EC. Similarmente, a atividade da glutaminase foi menor no EC3 do que no EC1 e EC2, que não diferiram entre si. Não houve efeito dos ECs sobre o CBM e a arilsulfatase.

À exceção do CBM, todas as demais variáveis apresentaram relação significativa com a DS (Figura 1). A RB e a atividade da celulase variaram de forma quadrática com o incremento da DS (Figuras 1a e 1c), sendo os atributos com maior sensibilidade ao aumento da compactação do solo. Para ambas as variáveis, os valores decresceram até uma DS de $1,33 \text{ Mg m}^{-3}$, quando se tornaram constantes. Esse valor de DS corresponde ao considerado crítico ao crescimento da soja, neste mesmo solo (Torres e Saraiva, 1999). Mesmo sem apresentar diferenças significativas em função dos ECs (Tabela 1), a atividade da arilsulfatase diminuiu linearmente com o aumento da Ds (Figura 1f), mesma tendência apresentada pela fosfatase (Figura 1c). A glutaminase também respondeu de forma quadrática ao incremento do grau de compactação do solo, com redução dos valores em baixas ou altas DS (Figura 1e). A máxima atividade da glutaminase ocorreu na DS de $1,15 \text{ Mg m}^{-3}$. Esse padrão de resposta torna a glutaminase um promissor indicador da qualidade estrutural do solo, já que a degradação da estrutura também pode ocorrer por pulverização do solo em função de operações de preparo, como a escarificação realizada no EC1. O aumento da DS e a redução dos macroporos nos maiores ECs pode ter prejudicado os fluxos e trocas gasosas no solo, com o conseqüente decréscimo da disponibilidade de O_2 e aumento da concentração de CO_2 , diminuindo assim atividade microbiana (Pengthamkeerati et al., 2011). A menor atividade da microbiota do solo com o aumento o EC pode ser associada também aos efeitos negativos da compactação sobre o crescimento das plantas, levando à redução no aporte de material orgânico, principalmente raízes e, assim, na disponibilidade de fontes de energia e nutrientes para os microrganismos.

As culturas de outono-inverno influenciaram significativamente apenas a RB e a atividade da fosfatase (Tabela 1). Em geral, a RB foi maior nas parcelas sob cultivo de culturas de cobertura (aveia e braquiária), o que provavelmente está associado a maior disponibilidade de fontes de energia e nutrientes pela maior produção de palha e raízes destas espécies. De modo similar, a fosfatase apresentou maior atividade nas culturas que proporcionaram maior cobertura morta no momento da amostragem (aveia, braquiária e trigo). Além de ter encerrado o ciclo três meses antes da avaliação, resultando em menor cobertura do solo, a adubação fosfatada (60 kg ha^{-1} de P_2O_5) pode ter inibido a atividade da fosfatase nas parcelas sob cultivo de milho.

Diante disso, conclui-se que a compactação do solo diminui a atividade microbiana, sendo a RB e a atividade das enzimas celulase e glutaminase os atributos mais sensíveis à degradação física do solo.

Referências

- ALEF, K. Soil respiration. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. p. 214-219.
- CALONEGO, J.C; RAPHAEL, J.P.A.; RIGON, J.P.G.; OLIVEIRA NETO, L.D.; ROSOLEM, C.A. Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, v. 85, p.31-37, 2017.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FRANKENBERGER, W. T.; TABATABAI, M. A. L-glutaminase activity of soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, p. 869-874, 1991.
- PENGTHAMKEERATI, P.; MOTAVALLI, P. P. AND KREMER, R. J. Soil microbial activity and functional diversity changed by compaction, poultry litter and cropping in a claypan soil. **Applied Soil Ecology**, v. 48, p. 71-80, 2011.
- SCHINNER, F.; von MERSE, W. Xylanase, CM-cellulase and invertase activity in soil: an improved method. **Soil Biology and Biochemistry**, v.22, p. 511-515, 1990.
- SPENCER, B. Studies on sulphatases: 20. Enzymic leavage of arylhydrogen sulphates in the



presence of $H_2^{18}O$. **Biochemistry Journal**, v. 69, p.155–159, 1958.

TABATABAI, M. A.; BREMNER, J. M. Use of p-nitrofenol phosphate for assay of soil phosphatase activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v.1, p.301-307, 1969.

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58 p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 23).

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.

Tabela 1. Respiração basal (RB), carbono da biomassa microbiana (CBM) e atividade das enzimas fosfatase ácida (Pase), arilsulfase (AriS), celulase (CEL) e glutaminase (GLU), de amostras coletadas em outubro/2014 na camada de 0,0-0,1 m de um LATOSSOLO Vermelho distroférrico, influenciados pelo estado de compactação e por espécies vegetais cultivadas no outono-inverno.

Tratamentos ⁽¹⁾	RB	CBM	Pase	AriS	CEL	GLU
	$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ d}^{-1} \text{ g}^{-1}$	g kg^{-1}	$\mu\text{g p-nitrofenil g}^{-1} \text{ h}^{-1}$	$\mu\text{g AR g}^{-1}$	$\mu\text{g AR g}^{-1}$	mg N kg^{-1}
EC1	9,97 a ⁽²⁾	623 ^{ns}	511 a	84 ^{ns}	179 a	318 a
EC2	7,60 b	642	434 ab	85	127 b	338 a
EC3	5,94 c	557	407 c	70	99 c	209 b
Aveia	8,55 ab	686 ^{ns}	564 a	95 ^{ns}	160 ^{ns}	243 ^{ns}
Braquiária	8,94 a	647	449 b	68	123	311
Milho	6,73 c	596	358 c	71	111	303
Trigo	7,13 bc	500	431 b	86	145	297

⁽¹⁾ EC1 = SPD escarificado; EC2 = SPD sem compactação adicional e sem escarificação; EC3 = SPD com compactação adicional por oito passadas de uma colhedora com massa de 9,6 Mg);

⁽²⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas e dentro de cada fator (estado de compactação e culturas de outono-inverno) diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ns = diferenças não significativas (Teste F, $p < 0,05$).

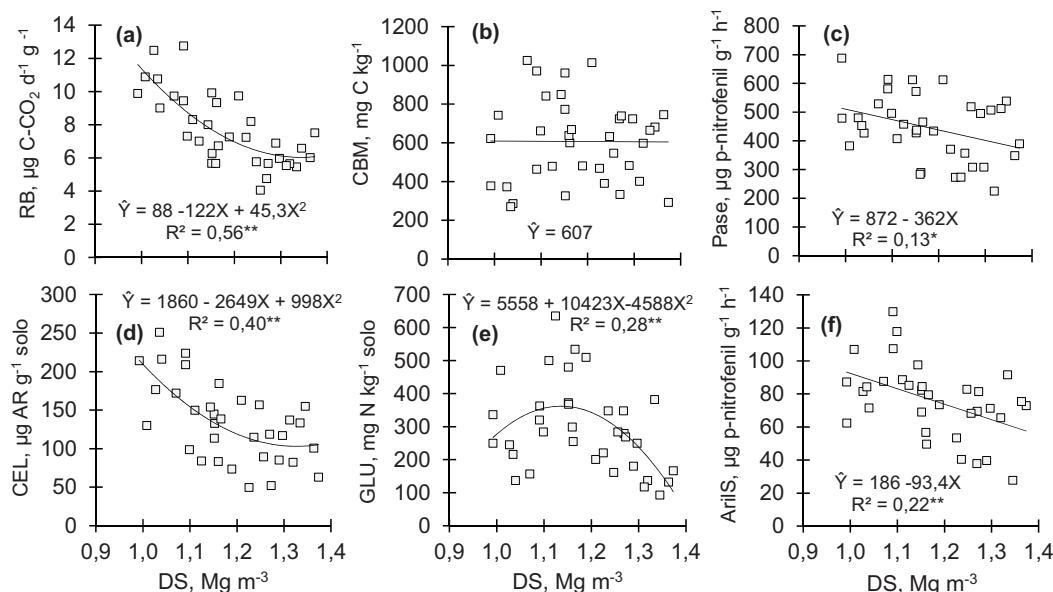


Figura 1. Relação entre a densidade do solo (DS) e a respiração basal (RB) (a), carbono da biomassa microbiana (CBM) (b), atividade das enzimas fosfatase ácida (Pase) (c), celulase (CEL) (d), glutaminase (GLU) (e) e arilsulfatase (AriS) (f), em amostras coletadas em outubro/2014 na camada de 0,0-0,1 m de um Latossolo Vermelho Distroférrico.