



Atributos químicos, físicos e biológicos do solo na implantação do sistema plantio direto de hortaliças em uma propriedade do sudoeste paranaense
Chemical, physical and biological soil attributes in the implementation of a no-tillage system for vegetables in southwest Paraná, Brazil

SCHNEIDER, Edineia de Assis Wanzuita¹; ALMEIDA, Luciano Pessoa de²; PAULA, Thiago Cezar de³; SANTOS, Matheus Hermann dos⁴; VARGAS, Thiago de Oliveira⁵

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, edineia.2017@alunos.utfpr.edu.br; ² Universidade Federal da Fronteira Sul, agronomolucianoalmeida@gmail.com; ³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, thiagocezar@alunos.utfpr.edu.br; ⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, matheus.hermann@gmail.com; ⁵ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, thiagovargas@utfpr.edu.br

RESUMO EXPANDIDO

Eixo Temático: Manejo de agroecossistemas

Resumo: Dentre os benefícios do sistema plantio direto de hortaliças (SPDH) destacam-se o aumento dos teores de matéria orgânica do solo, a proteção do solo contra a erosão, a redução do consumo de água e o aporte de nutrientes provenientes das plantas de cobertura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da implantação do sistema plantio direto de hortaliças nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo em uma propriedade da região Sudoeste Paranaense. Foram testados coberturas de inverno (aveia preta, ervilhaca peluda, nabo forrageiro, ervilha forrageira, tremoço branco e centeio), sendo a aveia solteira e em consórcio com as demais coberturas, totalizando 6 tratamentos e uma testemunha (sem cobertura de solo), no plantio direto de brócolis e couve-flor em sucessão ao milho verde. Não foram observadas diferenças significativas para os atributos químicos, físicos e biológicos do solo na implantação do SPDH.

Palavras-chave: plantas de cobertura; manejo e conservação do solo; sustentabilidade.

Introdução

O sistema plantio direto consiste em um conjunto integrado de técnicas fundamentadas no revolvimento mínimo do solo, na diversificação de espécies pela rotação e consorciação de culturas, que mantém a palhada das plantas de cobertura sobre o solo durante todo o ciclo de cultivo (GIRARDELLO *et al.*, 2017).

Este sistema pode evitar a erosão do solo e reduzir o consumo de água para irrigação na produção de hortaliças, uma vez que a sua adoção melhora a estruturação do solo, aumentando a infiltração e retenção de água (MAROUELLI *et al.*, 2010). Utiliza a adubação verde como fonte de nutrientes para culturas subsequentes e para a proteção e melhoria da qualidade do solo (SOUZA *et al.*, 2012).

Alguns trabalhos de longo prazo, comparando SPD com sistemas convencionais de produção têm observado aumento dos valores de biomassa microbiana e carbono orgânico total (THOMAZINI *et al.*, 2015; D'ANDRÉA *et al.*, 2002).



Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da implantação do SPDH nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo em uma propriedade familiar rural do Sudoeste Paranaense.

Metodologia

O experimento a campo ocorreu em uma propriedade familiar rural do Município de Coronel Vivida, localizado na Mesorregião Sudoeste Paranaense sob as coordenadas de 25° 58' 26.88" S e 52° 24' 49.08" W a 700 m de altitude. O clima é subtropical úmido do tipo Cfa conforme classificação de Köppen. O solo desta área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (EMBRAPA, 2018).

O preparo do solo, para o início da implantação do SPDH, foi realizado com uma aração e uma gradagem. Foi realizada fosfatagem corretiva com termofosfato magnésiano Yoorin Master®.

O delineamento experimental foi em blocos (4 blocos) ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições (total 28 unidades experimentais de 7,0 x 4,5 m). As plantas de cobertura de inverno (Tabela 1) foram semeadas a lanço nas unidades experimentais.

Tabela 1 – Plantas de cobertura e suas combinações utilizadas na área experimental em Coronel Vivida. Pato Branco-PR, 2021.

Tratamento	Proporção de sementes (%)					
	AV	EP	NF	EF	TB	CE
Aveia preta solteira	100	0	0	0	0	0
Aveia preta + ervilhaca peluda + nabo forrageiro	34	33	33	0	0	0
Aveia preta + ervilhaca peluda +ervilha forrageira	34	33	0	33	0	0
Aveia preta + ervilhaca peluda + tremoço branco	34	33	0	0	33	0
Aveia preta + centeio + ervilhaca peluda + ervilha forrageira	25	25	0	25	0	25
Aveia preta + centeio + ervilhaca peluda + ervilha forrageira + tremoço branco	20	20	0	20	20	20
Sem plantas de cobertura (Testemunha)	0	0	0	0	0	0

Após o corte das plantas de cobertura de inverno foi semeado um consórcio de milho (variedade de polinização aberta) + milheto. Por possuírem certificado de produção orgânica pela Rede Ecovida, o cultivo do milho, oportunizou à família uma fonte de renda durante a implantação do SPDH, ao comercializar o milho-verde nas feiras de produtos orgânicos. O milho foi semeado através de semeador manual.



Após 7 dias da implantação do milho, semeou-se o milheto em área total a lanço em cada parcela. Aos 97 dias, milho+milheto foram cortados com uma roçadeira costal.

Aos 34 dias após o manejo da palhada do milho+milheto, as parcelas foram divididas em 2,25 m de largura nos 7,0 m de comprimento e ocorreu o transplântio de mudas de brócolis (híbrido BRO68®) e couve-flor (híbrido Barcelona®) em sulcos abertos com semeadora-adubadora de verão. O espaçamento utilizado foi de 0,70 m entre mudas, totalizando 30 plantas de brócolis e 30 plantas de couve-flor na parcela. A irrigação ocorreu por aspersão quando necessária e na condução das brássicas, adotaram-se técnicas de manejo agroecológico (BRASIL, 2021).

Foi realizada uma amostragem de solo antes do plantio das brássicas. Para as avaliações químicas e biológicas foram retiradas duas subamostras aleatórias dentro de cada parcela (amostra composta), nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m. Já para as análises físicas, foram coletadas duas amostras indeformadas, aleatoriamente, dentro de cada parcela, nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m.

Para a caracterização e comparação dos atributos químicos dos solos, foram analisados: pH-CaCl₂, pH-água, P, K, Ca, Mg, V, MO (EMBRAPA, 1997). As análises foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UTFPR, Pato Branco – PR e no Laboratório de Solos da Epagri/CEPAF, Chapecó – SC.

Para os atributos físicos do solo foram determinadas a densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, conforme metodologia apresentada pela EMBRAPA (1997).

Para a avaliação da atividade biológica foram avaliados: Mineralização acumulada de carbono aos 24 dias de incubação (C_{min-24d}), carbono da biomassa microbiana (C-BMS), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (qMic). Determinou-se a atividade microbiana conforme procedimentos descritos por Franzluebbers *et al.* (2000). O C-BMS foi avaliado conforme Anderson e Domsch (1978) e o qMic foi determinado segundo Sparling (1992).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) utilizando o programa estatístico R (R Core Team, 2017). As médias foram avaliadas pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Os resultados de pH, P, K, Ca, Mg, V e MO após o cultivo das plantas de cobertura de inverno e verão, não apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos nas camadas avaliadas. Resultados semelhantes foram relatados por

Cunha *et al.* (2011) quando não observaram diferenças nos atributos químicos do solo cultivados por quatro anos com coberturas de crotalária, guandu, mucuna e



sorgo, antecedendo o cultivo orgânico de feijão e milho. No sistema plantio direto a taxa de decomposição dos resíduos vegetais é mais lenta, pois esses resíduos permanecem na superfície do solo e não são incorporados, diminuindo, assim, o contato destes com o solo e com a ação direta dos microrganismos decompositores e mineralizadores presentes no solo, o que aumenta o tempo de decomposição e de liberação dos nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Com relação aos atributos físicos do solo, não houve diferenças significativas ($P \leq 0,05$) nas camadas avaliadas nas variáveis densidade do solo (DS), porosidade total (PT), microporosidade (MIP) macroporosidade (MAP) em comparação com a testemunha. Na camada de 0-0,05 m, observou-se DS de 1,27 à 1,33 g cm^{-3} entre os tratamentos e 1,33 g cm^{-3} para a testemunha. Assim, também, ocorreu para os demais resultados analisados, em relação a testemunha e entre os tratamentos. Resultados semelhantes foram apresentados por Loss *et al.* (2017) ao avaliarem os atributos físicos do solo no cultivo de cebola sob sistemas de plantio direto e preparo convencional, quando verificaram que a densidade do solo não variou entre o SPDH e o SPC nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm. No entanto, esses autores observaram que nas camadas de 10-15 cm e 15-20 cm o SPC apresentou menores valores de densidade do solo, decorrentes das práticas de aração e gradagem.

Com relação aos atributos biológicos do solo, também, não houve alterações significativas ($P \leq 0,05$) $C_{\text{min}_{0-24d}}$, C-BMS, $q\text{CO}_2$ e Q_{mic} nas camadas avaliadas. Para os teores de C-BMS foram observados valores entre 162,91 à 211,56 mg C-mic Kg^{-1} solo para os tratamentos e 188,60 mg C-mic Kg^{-1} solo para a testemunha. Comparativamente, Fontenelle *et al.* (2016) avaliando os atributos microbianos no cultivo de melão em ambiente protegido sob diferentes sistemas de manejo, observaram valores de C-BMS semelhantes aos do presente estudo, não encontrando diferenças entre os sistemas de plantio convencional e plantio direto. Embora o C-BMS possa ser uma variável de diferenciação entre sistemas de manejo de curto prazo, a resposta é mais clara em estudos de longo prazo (SILVA *et al.*, 2010).

É possível que a falta de efeito das diferentes composições das plantas de cobertura em relação à testemunha e entre si, para as avaliações dos atributos químicos, físicos e biológicos estejam relacionados ao curto tempo de condução do experimento. No entanto, sabe-se que o SPDH é um processo de construção contínua que busca uma transição do sistema convencional para o sistema agroecológico de produção. O SPDH gera condições para que os agricultores convencionais deixem de depender do intenso uso de insumos e agroquímicos externos e passem a produzir alimentos de forma sustentável ecologicamente e com viabilidade econômica. O SPDH se tornou uma estratégia de transição de sistemas simplificados para sistemas complexos, por utilizar técnicas de manejo limpas e ecologicamente sustentáveis, como a rotação de culturas, o mínimo revolvimento do solo, o uso de plantas de cobertura, a possibilidade de integrar sistemas agroflorestais (SAFs), entre outros. Este sistema promove, com o passar do tempo, a melhoria nos atributos biológicos, químicos e físicos do solo e possibilita o



aumento da produtividade, enquanto favorece a diversidade e a heterogeneidade da paisagem, aumentando as interações no ambiente e a estabilidade das culturas diante de estresses abióticos, além de proporcionar o bem estar das famílias agricultoras (FAYAD *et al.*, 2019).

Conclusões

É provável que, por se tratar de uma implantação do SPDH, ou seja, um período de tempo muito curto, não foram observadas diferenças significativas nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. No entanto, sabe-se que o SPDH é um processo de construção contínua que busca uma transição do sistema convencional para o sistema agroecológico de produção, por utilizar técnicas de manejo limpas e ecologicamente sustentáveis, no manejo do solo, água e ambiente para cultivo das hortaliças.

Referências bibliográficas

ANDERSON, Traute-Heidi; DOMSCH, Klaus H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 10, p. 215–221, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Portaria nº 52 de 15 de março de 2021**. 55 Ed. Brasília: Diário Oficial da União, 2021.

CUNHA, Eurâimi Q.; STONE, Luís F. DIDONET, Agostinho D.; FERREIRA, Enderson P. B.; MOREIRA, José A. A.; LEANDRO, Wilson M. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1021–1029, 2011.

D'ANDRÉA, Alexandre F.; SILVA, Marx L. N.; CURI, Nilton; SIQUEIRA, José O.; CARNEIRO, Marco A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do Cerrado no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p. 913–923, 2002.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa, 1997. 212p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353p.

FAYAD, Jamil A.; ARL, Valdemar; COMIN, Jucinei, MAFRA, Alvaro; MARCHESI, Darlan R. **Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: Método de transição para um novo modo de produção**. 2. Ed. Florianópolis, SC: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), 2019. v. 2.

FONTENELLE, Mariana R.; LIMA, Carlos E. P.; BALDUÍNO, Daniela; MENDES, Lucas S.; BONFIM, Catharine A. **Mudanças de atributos microbianos em cultivo**



de melão em ambiente protegido sob diferentes sistemas de manejo. Brasília:Embrapa Hortaliças, 2016. 26p. (Embrapa Hortaliças. Boletim Pesquisa e Desenvolvimento, 135).

FRANZLUEBBERS, Alan. J.; HANEY, Rick L.; HONEYCUTT, Charles W.; SCHOMBERG, Harry H.; HONS, Frank M. Flush of Carbon Dioxide Following Rewetting of Dried Soil Relates to Active Organic Pools. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, p.613–623, 2000.

GIRARDELLO, Rudinei; SILVA, Danni M.; GUERRA, Divanilde; LANZANOVA, Mastrângello E.; SOUZA, Eduardo L. Produção de alface sob plantio direto em sistema de transição agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 12, n. 2, p. 273–279, 2017.

LOSS, Arcângelo; SANTOS JUNIOR, Elano; SCHMITZ, Daniela; VEIGA, Milton; KURTZ, Claudinei; COMIN, Jucinei J. Atributos físicos do solo em cultivo de cebola sob sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 11, p. 105–113, 2017.

MARQUELLI, Waldir A.; ABDALLA, Rômulo P.; MADEIRA, Nuno R.; OLIVEIRA, Aureo S.; SOUZA, Rodrigo F. Eficiência do uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 369-375, 2010.

OLIVEIRA, Rodolfo A.; BRUNETTO, Gustavo; LOSS, Arcângelo; GATIBONI, Luciano Colpo; KURTZ, Claudinei; MULLER JÚNIOR, Vilmar; LOVATO, Paulo E.; OLIVEIRA, Bruno S.; SOUZA, Monique; COMIN, Jucinei J. Cover Crops Effects on Soil Chemical Properties and Onion Yield [online]. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v.40, p. 1–17. 2016.

SILVA, Rubens R.; SILVA, Marx L. N.; CARDOSO, Evaldo L.; MOREIRA, Fátima M. S.; CURTI, Nilton; ALOVISI, Alessandra M. T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.34, n. 5, p.1584-1592. 2010.

SOUZA, Caetano M.; PIRES, Fábio R.; PARTELLI, Fábio L.; ASSIS, Renato L. **Adução verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 108p. 2012.

SPARLING, Graham P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**. v.30, p.195–207, 1992.

THOMAZINI, André; MENDONÇA, Eduardo S.; SOUZA, Jacimar L.; CARDOSO, Irene M.; GARBIN, Mário L. Impact of organic no-till vegetables systems on soil organic matter in the Atlantic Forest biome. **Scientia Horticulturae**, v. 182, p. 145–155, 2015.