

Benefícios

Manutenção da cobertura melhora atributos do solo

Ademir Calegari e Antonio Costa*



RODRIGO ESTEVAN MUNIZ DE ALMEIDA

Algodão em plantio direto sobre palha de milho e braquiária, proveniente do consórcio dessas plantas; oeste da BA

Registros históricos mostram que a prática milenar do uso de plantas de cobertura foi desenvolvida com sucesso por antigas civilizações, mas foi relegada na agricultura moderna, iniciada no século passado. Nas últimas três décadas, entretanto, estudos e experiências de pesquisadores e agricultores, em várias partes do mundo, fizeram com que essa eficiente prática começasse a retomar seu importante lugar nas diferentes condições agroecológicas e em sistemas de produção de diferentes países, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, o que contribuiu para a

FIGURA 1 | AGREGADOS DE SOLO CULTIVADO SOB SISTEMA CONVENCIONAL (ESQUERDA) E SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (DIREITA), LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, BA, 2006



FIGURA 2 | PLANTIO DIRETO DE SOJA EM PALHADA DE *BRACHIARIA RUZIZIENSIS*, LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, BA, 2006



manutenção e a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. O Sistema de Plantio Direto (SPD), cuja premissa é o uso de plantas de cobertura e rotação de culturas, além de diminuir os riscos de erosão, aumenta a agregação das partículas, incrementa a biologia e promove efeitos benéficos na fertilidade do solo mediante o aumento na reciclagem de nutrientes. Esse sistema também é responsável por proporcionar o aumento do potencial dos teores de carbono orgânico do solo (COS).

A dinâmica do SPD promove, ainda, maior inter-relação entre fluxo de água, oxigenação, temperatura, fauna e flora do solo e ciclagem de nutrientes, contribuindo para maior produtividade do solo. As plantas de cobertura possibilitam aos sistemas de manejo um dos principais fatores da sustentabilidade nas áreas dos trópicos: o solo é mantido permanentemente coberto por resíduos ou pelas plantas em fase vegetativa. Dessa forma, verifica-se uma interação positiva entre o uso de culturas de cobertura e o SPD, que resulta na gradativa melhoria da qualidade do solo. Esse efeito combinado (de cobertura, sem revolvimento do solo) é um dos fatores-chave para o sucesso do SPD em condições de clima tropical e subtropical (Calegari et al., 1993; Bolliger et al., 2006). A manutenção e/ou a adição da matéria orgânica ao solo por meio da rotação de culturas, incluindo o emprego adequado das coberturas vegetais e o manejo dos resíduos pós-colheita, promovem melhorias significativas no sistema produtivo ao longo dos anos, pelas seguintes razões:

- melhoria do estado de agregação das partículas, pela formação de complexos organo-minerais;
- aumento da capacidade de armazenamento de água;
- contribuição à biodiversidade do solo e ao incremento da sua biologia (micro, meso e macrofauna e flora), aumentando a quantidade de espécies de organismos e também de inimigos naturais que

irão atuar positivamente no controle e equilíbrio de pragas (insetos, nematoides e outros) e doenças;

- redução das perdas e melhora na solubilização de nutrientes, facilitando seu aproveitamento pelas plantas;
- promoção da complexação orgânica do alumínio e do manganês, que se encontram em níveis tóxicos no solo;
- aumento da CTC efetiva do solo (dependente de pH);
- favorecimento do crescimento das culturas, com aumento da estabilidade da produção ao longo dos anos.

ATRIBUTOS FÍSICOS

A presença de resíduos vegetais reduz as amplitudes térmicas do solo, fato que resulta em condições mais favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Esse aspecto é importante em função dos efeitos marcantes que a temperatura do solo exerce na atividade biológica, na germinação de sementes, no crescimento radicular, na dinâmica da água no solo e na absorção de íons. A constante adição de resíduos na superfície tem um grande impacto na melhoria da estrutura, graças ao aumento da agregação do solo. Além disso, o sombreamento e/ou efeito alelopático dos resíduos vegetais promove o controle de diversas plantas invasoras (Teasdale et al., 2006).

Trabalhos conduzidos por Calegari et al. (2006) mostraram que, em áreas ocupadas com mata, foram observados maiores valores de agregação total do solo, que os autores correlacionaram diretamente com os teores de carbono orgânico. A área que apresentava resíduos na superfície do solo, em SPD – incluindo plantas de cobertura e rotação de culturas, com um maior aporte de resíduos orgânicos ao longo dos anos –, apresentou os valores mais próximos daqueles de mata, uma evidência de que é possível manter o solo em condições físicas de agregação mais próximas à condição de vegetação nativa.

A rotação de culturas, pela inclusão de plantas de cobertura que possuem raízes

FIGURA 3 | SOLO COBERTO COM PALHADA DE *BRACHIARIA BRIZANTHA*, ANTES DA SEMEADURA (A), E APÓS A SEMEADURA DE MILHO (B), TAQUARITUBA-SP, 2005.

(A)



RODRIGO ESTEVAN MUNHOZ DE ALMEIDA

(B)



RODRIGO ESTEVAN MUNHOZ DE ALMEIDA

profundas e robustas – como guandu (*Cajanus cajan* L.), nabo forrageiro-pivotante (*Raphanus sativus* L.), girasol (*Helianthus annuus* L.), mamona (*Ricinus communis* L.), ervilhaca-peluda (*Vicia villosa* L.), tremoço (*Lupinus* sp.), crotalárias (*Crotalaria* sp.), *tephrosia* (*Tephrosia* sp.) – promovem efeitos biológicos positivos que aumentam a porosidade do solo. Essas plantas, pelo sistema radicular agressivo, contribuem para a eliminação de camadas compactadas, além de favorecer a formação de bioporos e, por essas razões, melhoram a porosidade e a infiltração de água no perfil.

QUÍMICOS

A utilização de leguminosas aumenta a disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) no sistema: ervilhaca (*Vicia* sp.), tremoço (*Lupinus* sp.), ervilha forrageira (*Pisum sativum* subesp. arvense), soja (*Glycine max* L. Merrill), mucuna (*Mucuna pruriens*), guandu (*Cajanus cajan*) e crotalárias (*Crotalaria* sp.), ou mesmo espécies não leguminosas de relação carbono/nitrogênio (C/N) baixa, como nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), usadas em rotação com cereais, em SPD. O cultivo de ervilhaca-peluda ou tremoço, anterior ao cultivo de milho, fornece de 60 a 120 kg de N ha⁻¹ano⁻¹ (Bolliger et al., 2006).

Resultados obtidos por produtores na região dos cerrados demonstram que o cultivo de milheto (*Pennisetum americanum* L.) no início da estação chuvosa proporciona um crescimento rápido da planta, com produção de raízes até 2,4 m de profundidade, o que contribui na ciclagem de nutrientes, como os nitratos, que poderiam ser perdidos por lixiviação após os ciclos de umedecimento e secagem no final da estação. Tem-se constatado, ainda, elevação da CTC do solo em SPD em razão da manutenção dos resíduos orgânicos em superfície (palhada) e do aumento dos teores de COS, especialmente em solos com predominância de argilas de baixa atividade ou em solos arenosos,

além de elevada redução na lixiviação do potássio.

BIOLÓGICOS

A manutenção da palhada na superfície do solo tende a favorecer a infiltração de água no perfil, a diminuir a taxa de evaporação, a atenuar a oscilação térmica, bem como a aumentar C e N, fundamentais para o incremento da atividade biológica do solo (micro, meso e macrofauna e flora). Dessa forma, a cobertura do solo, uma condição básica para o desenvolvimento do SPD, favorece o incremento da biomassa microbiana, que tem efeitos diretos e indiretos na disponibilidade de água, na dinâmica dos nutrientes, no crescimento e na produção final das culturas.

A menor oscilação térmica observada em SPD promove o aumento da população de microrganismos solubilizadores de fósforo, amonificadores, nitrificadores e fungos micorrízicos. A manutenção de resíduos na superfície e o não revolvimento do solo contribuem para aumento da população de macrorganismos, principalmente minhocas, que, graças a sua atividade, formam galerias que favorecem a infiltração da água e de nutrientes no perfil. Os excrementos desses organismos são pequenos agregados de solo mesclados com resíduos orgânicos, ricos em nutrientes, deixados na superfície (coprólitos). Essas substâncias auxiliam na estruturação do solo e na incorporação em profundidade de *pools* de material orgânico, facilitando a aeração, a penetração de água e de raízes das plantas em profundidade.

Na região de Castro, no estado do Paraná, em áreas com mais de 15 anos de plantio direto, constatou-se mais de 600 mil minhocas por hectare, enquanto em áreas de preparo convencional observou-se apenas 7% desse total na camada arável (Gassen; Gassen, 1996). Inúmeros resultados de pesquisa têm mostrado que o uso de cobertura do solo contribui para maior biodiversidade, com

incremento da biologia do solo, além de promover melhorias na disponibilidade de nutrientes e maior equilíbrio entre os organismos do solo.

A prática de cultivo de plantas de cobertura conduzida de maneira adequada, com adaptações regionais e em rotação de culturas no SPD, favorece o incremento de outras atividades na propriedade e, assim, contribui para maior diversificação. Esse sistema promove acentuada redução das perdas de solo, melhoria de sua fertilidade, aumento do aproveitamento e da ciclagem de nutrientes, maior diversidade biológica e, em consequência, permite o equilíbrio dos atributos do solo. Também demanda menor quantidade de insumos externos, possibilitando aumento do rendimento das culturas e estabilidade de produção; além disso, permite o uso constante e racional da terra de forma sustentável. 

*Ademir Calegari (calegari@iapar.br) e Antonio Costa (antecosta@iapar.br) são pesquisadores da Área de Solos do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLLIGER, A.; MAGID, J.; AMADO, T. J. C.; SKÓRA NETO, F.; SANTOS RIBEIRO, M. F.; CALEGARI, A.; RALISCH, R.; NEERGAARD, A. Taking Stock of the Brazilian "Zero Till Revolution": A Review of Landmark Research and Farmers' Practice. *Advances in Agronomy*. v. 91, p. 47-110, 2006.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. *Adubação verde no sul do Brasil*. 3. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993.
- CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. Soil particle aggregation improvement through no-tillage system. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 2, p. 147-158, 2006.
- GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. *Plantio direto o caminho do futuro*. Passo Fundo: Aldeia Sul, 1996.
- TEASDALE J. R.; BRANDSAETER, L. O.; CALEGARI, A.; SKÓRA NETO, F. Cover crops and weed management. In UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW, R. E. (Ed.). *Non-chemical weed management: principles, concepts and technology*. Wallingford; Cambridge: CABI Head Office, 2006, p. 49-64.