

## Efeito dos sistemas de produção na qualidade do solo e na produtividade de soja no Oeste Paulista.

Fabrizio Loureiro de Almeida<sup>(1)</sup>; Tiago Aranda Catuchi<sup>(2)</sup>; Juliano Carlos Calonego<sup>(3)</sup>; Carlos Sérgio Tiritan<sup>(3)</sup>; Fábio Fernando Araújo<sup>(3)</sup>; José Salvador Simoneti Foloni<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudante pós graduação; Universidade do oeste paulista, Presidente Prudente, SP. fabricioloureiro@hotmail.com

<sup>(2)</sup> Estudante pós graduação SCA/Unesp – Botucatu, SP. tiagocatuchi@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor pós graduação Universidade do oeste paulista - Presidente Prudente, SP. juliano@fca.unesp.br;tiritan@unoeste.br;fabio@unoeste.br;

<sup>(4)</sup> Pesquisador EMBRAPA SOJA – Londrina, PR. salvador.foloni@embrapa.com.br.

**RESUMO:** A adoção de rotação de culturas e ausência de revolvimento de solo pode interferir na qualidade química, física e estrutural do solo. O objetivo desse estudo foi avaliar qualidade do solo e produtividade de soja em diferentes sistemas de produção. O experimento foi conduzido no Campus II da UNOESTE em Presidente Prudente (SP), entre maio de 2010 e março de 2012. Foram testados cinco diferentes sistemas separados em talhões. Os sistemas foram: 1)Integração Lavoura Pecuária Floresta; 2)Integração Lavoura Pecuária; 3)Sucessão braquiária/soja em área anteriormente cultivada com amendoim em preparo convencional; 4)Pastagem irrigada; 5)Testemunha com pastagem degradada. Os resultados foram submetidas á análise estatística pelo teste de Tukey, à 5 % de probabilidade. A produtividade de soja foi maior no sistema de sucessão braquiária/soja por dois anos, em área de reforma de pastagem com preparo convencional e cultivo de amendoim. O sistema de iLPF aumenta a densidade do solo em subsuperfície.

**Termos de indexação:** Rotação de culturas; Plantio direto; iLP

### INTRODUÇÃO

Solos tropicais são altamente dependentes da matéria orgânica, tanto no perfil explorado pelas raízes, como na superfície do solo. Moreira et al. (1999), verificaram que se a superfície do solo for totalmente protegida com palhada, ocorre uma redução de aproximadamente 40% na necessidade de irrigação, resultante da melhor conservação da água no perfil. Por outro lado, manejos do solo baseados no seu revolvimento, invariavelmente aceleram o processo de decomposição da matéria orgânica (KLUTHCOUSKI, 1998), sobretudo pela exposição dos resíduos orgânicos ao maior ataque dos organismos decompositores.

A monocultura da soja tem sido reportada como uma das piores alternativas em relação à produção e manutenção de matéria orgânica no solo, observando-se redução contínua ao longo dos anos (RESCK et al., 1994). Mesmo a rotação de culturas

anual tem tido efeito negativo na conservação da matéria orgânica do solo. As forrageiras tropicais, tais como as braquiárias, são conhecidas pela adaptação às condições de clima e solos tropicais e produzem matéria seca em abundância e durante todo o ano, se as condições de temperatura e de umidade do solo forem favoráveis. Solos sob pastagem de braquiária bem manejados são reportados como ricos em matéria orgânica, cujos teores são inclusive maiores que os dos Cerrados virgens (SEGUY et al., 1992). Barber & Navarro (1994) verificaram que o *Panicum maximum* e a *Brachiaria brizantha* foram eficientes em aumentar a matéria orgânica em um solo degradado. Desta maneira, uma das melhores opções para se elevar à matéria orgânica do solo é o estabelecimento sistemático da rotação lavoura-pastagem. Formas de uso da terra que agregam retorno econômico a serviços ambientais além de melhoria nas características do solo estão sendo procuradas cada vez mais. A implantação de sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris atendem estes requisitos ao integrar a atividade florestal e pecuária.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade do solo e produtividade de soja em diferentes sistemas de produção.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de produção da Universidade do oeste paulista – UNOESTE, em Presidente Prudente – SP, O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa com temperaturas médias anuais em torno de 25°C e regime pluvial caracterizado por dois períodos distintos, um chuvoso de outubro a março e outro de baixa precipitação pluvial de abril a setembro. O trabalho foi constituído de cinco tratamentos envolvendo diferentes ocupações do solo e sistemas de manejo, realizadas em cinco diferentes talhões, com dimensões variando entre 1,0 e 1,8 ha e com distância máxima entre eles de 500m: Sistema 1: Integração Lavoura Pecuária Floresta(iLPF)(braquiária/eucalipto+braquiária/eucalipto+soja/eucalipto+braquiária/eucalipto+soja.

Sistema 2: Integração Lavoura Pecuária (iLP)(braquiária/milho+braquiária/braquiária/soja/milho + braquiária/braquiária/soja).

Sistema 3: Sucessão braquiária/soja em área anteriormente cultivada com amendoim em preparo convencional(amendoim/braquiária/soja/braquiária/soja):

Sistema 4: Pastagem irrigada: Esse tratamento constitui de pastagem *B. brizantha*, já instalada na área, em condições de suplementação hídrica.

Sistema 5: Testemunha com pastagem degradada: nessa área foi mantida a pastagem solteira (já instalada) sem irrigação, sendo utilizada como área de referência (testemunha) para verificar o efeito dos outros manejos na qualidade física do solo.

Foram realizadas as seguintes avaliações: densidade do solo, resistência à penetração, produtividade e parâmetros de produção. Para avaliação de densidade do solo foram coletadas amostras não deformadas nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20cm de profundidade com auxílio de anel volumétrico, a avaliação foi realizada antes da semeadura da cultura de verão. Por ocasião da coleta das amostras para determinar a densidade do solo, realizou-se o teste de resistência à penetração (RP) por meio de penetrômetro de impacto (PI) até 35 cm de profundidade. Para a obtenção dos valores de RP de cada repetição utilizou-se a média de quatro pontos. A produtividade de grãos da soja foi estimada por meio da determinação do número de plantas por metro e determinação do estande de plantas por hectare; do número de vagens por planta, separando as vagens cheias e vazias; e determinação do número de grãos por vagem.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram submetidas estatisticamente pelo teste de Tukey, à 5 % de probabilidade.

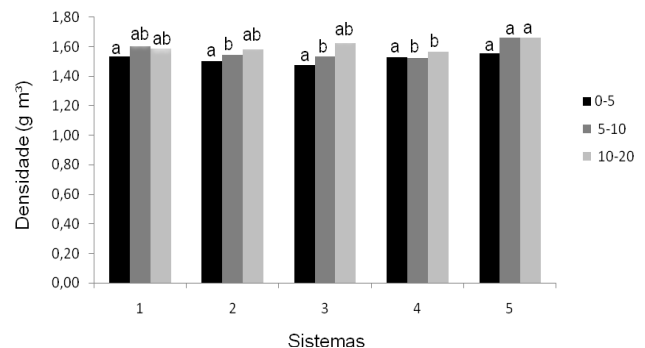
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as camadas avaliadas observou-se, com exceção da pastagem irrigada, maiores valores de densidade (Ds) nas camadas de 5-10 e 10-20 cm (Figura 1). Hakoyama et al. (1995) observaram que, em sistema convencional, a compactação do solo localiza-se entre 8 e 27 cm de profundidade. Já em SSD essa camada de maior densidade localiza-se mais superficialmente, entre 5 e 12 cm de profundidade. Resultado semelhante foi obtido por Pedrotti et al. (2001).

Na camada de 0-5 cm do perfil do solo não houve diferença na Ds entre os sistemas estudados, com valores variando de 1,47 a 1,55 g cm<sup>-3</sup>. Já nas camadas de 5-10 e 10 a 20 cm as maiores Ds

ocorreram na pastagem degradada (1,66 g cm<sup>-3</sup>), porém sem diferir do sistema 1 (iLPF), na camada de 5 a 10 cm, e diferindo apenas da pastagem irrigada, na camada de 10 a 20 cm. Esperava-se altos valores de Ds em condições pastagem degradada, já que se trata de uma área com baixa produção de forragem, maior pisoteio animal e manejo inapropriado da área. Araujo et al. (2004) estudando propriedades físicas em Argissolo sob diferentes sistemas de manejo do solo, verificaram maiores Ds no horizonte superficial na pastagem, em comparação à área com cerrado nativo e rotação com lavouras

A menor Ds do solo em subsuperfície em condições de pastagem irrigada em bem manejada era esperado, pois são encontrados na literatura resultados semelhantes. Calonego et al. (2012), avaliando as propriedades físicas do solo sob diferentes ocupações, verificaram que em condição de pastagem bem manejada os valores de Ds foram semelhantes aos obtidos em mata nativa e inferiores aos encontrados em SSD e preparo convencional. Segundo os autores, isso demonstra que os sistemas com menor interferência humana são os que mantêm as melhores condições físicas do solo.

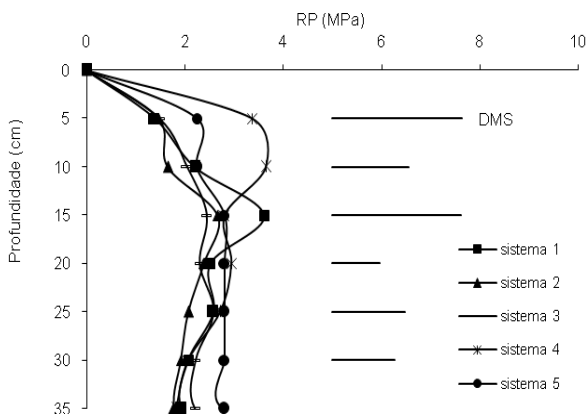


**FIGURA 1.** Densidade do solo (g cm<sup>3</sup>) nos diferentes sistemas de produção, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Sistema 1 = braquiária / eucalipto + braquiária / eucalipto + soja / eucalipto + braquiária / eucalipto + soja; sistema 2 = braquiária / milho + braquiária / braquiária / soja / milho + braquiária / braquiária / soja; sistema 3 = amendoim / braquiária / soja / braquiária / soja; sistema 4 = Pastagem irrigada; sistema 5 = Testemunha com pastagem degradada; Letras iguais, na comparação entre os tratamentos e dentro de cada profundidade, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

No entanto, quando se avalia a compactação do solo em função do teste de resistência à penetração (RP) (Figura 2), verifica-se um maior impedimento mecânico na profundidade de 10 cm no sistema envolvendo pastagem irrigada. Esse resultado pode estar relacionado ao pisoteio animal em condições de solo úmido, o que agrava e acelera o processo de compactação. Porém, por se tratar de uma pastagem bem conduzida, e, provavelmente com

maior produção de biomassa aérea e radicular, o que produz maior quantidade de bioporos, que proporcionam menor  $D_s$ .

Segundo Silva & Rosolem (2001), em solo com pastagem, mesmo o solo apresentando-se aparentemente compactado, pode haver crescimento radicular normal, já que as forrageiras deixam grandes quantidades de canais devido ao grande volume de raízes deixados pelas gramíneas, aumentando a resistência à penetração limitante para o crescimento radicular.



**FIGURA 2.** Resistência à penetração do solo (RP) realizado nos diferentes sistemas. Sistema 1 = braquiária / eucalipto + braquiária / eucalipto + soja / eucalipto + braquiária / eucalipto + soja; sistema 2 = braquiária / milho + braquiária / braquiária / soja / milho + braquiária / braquiária / soja; sistema 3 = amendoim / braquiária / soja / braquiária / soja; sistema 4 = Pastagem irrigada; sistema 5 = Testemunha com pastagem degradada; DMS = diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

Na tabela 1, analisando os parâmetros de produção, observa-se que, apesar do maior estande de plantas no sistema 1, a produtividade foi inferior à obtida no sistema 3, porém sem diferir do sistema 2. Entre os componentes da produção, o número de grãos por vagem e a massa de 1000 grãos foram decisivos para que a produtividade no sistema 3 fosse maior que nos demais sistemas. Além disso, apesar de não haver diferença estatística, a quantidade de 14 a 27 vagens por planta a mais nesse sistema contribuiu para a alta produtividade, sendo que não houve diferença na quantidade de vagens vazias.

O cultivo consorciado de soja e eucalipto diminuiu a produtividade de soja, afetando principalmente a massa de 1000 grãos. Isso pode ter ocorrido, tanto em função da maior densidade do solo nesse sistema (Figura 1) como também pelo efeito do sombreamento, o que pode ter reduzido a taxa fotossintética das plantas.

Já no sistema 3, implantado em área anteriormente cultivada com preparo convencional,

além de ter promovido alta produção de palhada de braquiária, também proporcionou elevada produtividade da soja. A superioridade no rendimento desta cultura devido à aração ou escarificação foi relatada por Kochhann e Denardim (1997). Segundo Embrapa (2008), normalmente nos primeiros anos sob SSD, observa-se menores produtividades da soja em relação ao preparo convencional. Nesta fase, que dura aproximadamente quatro anos, denominada de crítica para o SSD, a produtividade é em média 9% inferior. Em condições de solo compactado, Calonego e Rosolem (2010) verificaram que a produtividade da soja em áreas sob SSD passou a ser maior que em área sob cultivo mínimo somente após quatro anos de adoção das rotações de culturas, em função da melhoria do ambiente radicular.

**TABELA 1.** Estande de plantas  $ha^{-1}$  (EPH), n° vagens planta $^{-1}$  (NVP), vagens vazias plantas $^{-1}$  (VVP), n° grãos vagem $^{-1}$  (NGV), massa de mil grãos(g) (MMG) e produtividade de grãos ( $kg ha^{-1}$ ) (PG) para a cultura da soja nos diferentes sistemas estudados.

Sistemas	EPH	NVP	VVP	NGV	MMG	PG
1	234074a	50,4a	6,6a	2,2b	109,6b	2844b
2	160000b	63,4a	6,0a	2,2b	139,0a	3100b
3	162222b	77,8a	6,0a	3,0a	130,4a	4937a

Sistema 1 = braquiária / eucalipto + braquiária / eucalipto + soja / eucalipto + braquiária / eucalipto + soja; sistema 2 = braquiária / milho + braquiária / braquiária / soja / milho + braquiária / braquiária / soja; sistema 3 = amendoim / braquiária / soja / braquiária / soja; sistema.

## CONCLUSÕES

A produtividade de soja foi maior no sistema de sucessão braquiária/soja por dois anos, em área de reforma de pastagem com preparo convencional e cultivo de amendoim.

O sistema de iLPF aumenta a densidade do solo em subsuperfície.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E.A. et al. Uso da terra e propriedade físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.2, p.307-315, 2004.
- BARBER, R.G.; NAVARRO, F. Evaluation of the characteristics of 14 cover crops in a soil rehabilitation trial. *Land Degradation and Rehabilitation*, West Sussex, v.5, n.3, p.201-214, 1994.
- CALONEGO, J.C. et. al., *Revista Caatinga*, Mossoró, v.25, n.2, p.128-135, mar/jun 2012



CALONEGO, J.C.; ROSOLEM, C.A. Soybean root growth and yield in rotation with cover crops under chiseling and no-till. *Eur. Journal Agronomy*, v.33, p.242-249, 2010

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010. - Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados : Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p.

HAKOYAMA, S. et al. Efeitos da semeadura direta e do preparo convencional em algumas propriedades físicas do solo. *Científica*, São Paulo, v.23, n.1, p.17-30, 1995.

KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto. 1998. 170 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em semeadura direta. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000

KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada no sistema de plantio direto e preparo convencional. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. Anais... Passo Fundo : EMBRAPA CNPT, 1997. p.243-246.

MOREIRA, J.A.A. et al. Irrigação do feijoeiro no sistema plantio direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 31p. (Circular Técnica, 33).

PEDROTTI, A. et al. Sistemas de cultivo de arroz irrigado e a compactação de um planossolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.4, p.709-715, 2001.

RESCK, D.V.S.; SILVA, J.E.; PEREIRA, J. Matéria orgânica em solos de cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuárias dos Cerrados 1987/1990. Planaltina, DF: [s.n], 1994. p.144-152.

SEGUY, L. et al. Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do Centro-Oeste: I. destaques 1992 e síntese atualizada 1986/92. II. gestão ecológica dos solos : relatório. Lucas do Rio Verde: CIRAD, 1992. 107p.

SILVA, J.E.; LEMAINSKI, J.; RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca de catiônica em solos da região de cerrados do Oeste Baiano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.18, n.3, p.541-547, set./dez. 1994.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da

compactação do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.253-260, 2001.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.25, n.2, p.387-394, abr./jun. 2001.