



## **Sistemas de Manejo do Solo e de Culturas em Latossolo Vermelho e sua Relação com a Produtividade de Soja**

**Lucas Zulpo<sup>(1)</sup>; Moacir Tuzzin de Moraes<sup>(2)</sup>; Henrique Debiassi<sup>(3)</sup>; Julio Cezar Franchini<sup>(3)</sup>; Felipe Bonini da Luz<sup>(4)</sup>; Renato Levien<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup> Mestrando, Bolsista CNPq; Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Av. Bento Gonçalves, 7712, Bairro Agronomia, CEP 91501-970, Porto Alegre/RS; e-mail: lucaszulpo@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup> Doutorando; Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFRGS; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa soja. <sup>(4)</sup> Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Santa Maria campus de Frederico Westphalen; <sup>(5)</sup> Professor Associado; Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS

**RESUMO** – O sistema plantio direto (SPD) é o sistema de manejo mais importante para a sustentabilidade dos agroecossistemas. Porém persistem dúvidas relacionadas a formação de camadas compactadas em SPD e os efeitos residuais da escarificação do solo. Objetivou-se avaliar o efeito da rotação de culturas, da escarificação periódica e do tempo de adoção do SPD em Latossolo Vermelho Distroférico na produtividade de grãos de soja. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x2 (manejos do solo x modelos de produção), com quatro repetições. Os sistemas de manejo do solo foram: (i) sistema de preparo convencional (SPC); (ii) SPD escarificado a cada ano (SPDE1); (iii) SPD escarificado a cada três anos (SPDE3); (iv) SPD contínuo por 11 anos (SPDC11); (v) SPD contínuo por 24 anos (SPDC24). Os modelos de produção foram: (i) rotação e; (ii) sucessão de culturas. A produtividade de grãos da soja não foi influenciada pelos modelos de produção. A produtividade de grãos de soja no SPDC24 foi maior do que no SPC e não se observou diferenças produtivas de soja entre os tempos de adoção do SPD. O SPDE1 e SPDE3 não favoreceram aumentos de produtividade de grãos de soja em relação ao SPD. A escarificação do solo foi ineficiente para melhorias de produção, mostrando-se uma prática desnecessária. O aumento do tempo de adoção do SPD favorece aumentos de produtividade de grãos da soja em comparação com o SPC, demonstrando ser uma importante prática de manejo a ser adotada em sistemas agrícolas de produção.

**Palavras-chave:** Sistema plantio direto; escarificação do solo; rotação de culturas.

**INTRODUÇÃO** - A utilização do sistema plantio direto (SPD) visa a sustentabilidade do sistema produtivo, desde o início da sua utilização nos anos 70. Este sistema prioriza evitar o revolvimento do solo, a manutenção permanente da superfície do solo com resíduos culturais, além de práticas baseadas em rotação de culturas. O cultivo intensivo para produção de grãos tem reduzido as práticas culturais de rotação de culturas no SPD, aumentando as áreas sob sucessão de culturas e

favorecendo o surgimento de uma camada com maior grau de compactação entre 0,10-0,20 m (FRANCHINI et al., 2011).

A falta de resultados mais claros a respeito do potencial da rotação de culturas em preservar e/ou melhorar a qualidade física do solo no SPD ao longo do tempo constitui-se em uma barreira à adoção da tecnologia pelos produtores que, muitas vezes, optam por métodos mecânicos de controle da compactação. A escarificação periódica do solo está se difundindo como prática comum do controle de possíveis problemas relacionados com a formação de camadas com maior grau de restrição ao crescimento radicular das culturas (KLEIN et al., 2009).

Neste trabalho as seguintes hipóteses foram consideradas: (i) A utilização de modelos de produção baseados em rotação de culturas preserva e/ou melhora a qualidade física do solo sob SPD ao longo do tempo, não necessitando intervenções mecânicas para controle da compactação do solo; (ii) A produtividade de soja em SPD escarificado não é alterada em relação ao SPD contínuo, demonstrando que a escarificação periódica do solo é uma prática de manejo desnecessária. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a produtividade de grãos de soja em Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes sistemas de manejo do solo e modelos de produções de longo prazo.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O estudo foi realizado em um experimento de longa duração, implantado em 1988 na Fazenda Experimental da Embrapa Soja, situada no município de Londrina/PR. O clima da região é classificado como Cfa (classificação de Köppen). O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (Santos et al., 2013).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 2 (manejo do solo x modelo de produção), com quatro repetições. Para tanto, foi utilizado parcelas com dimensão de 30 x 10 m. O fator manejo do solo foi constituído pelos seguintes tratamentos: (i) sistema preparo convencional utilizando grade pesada a uma profundidade média de 0,15 m, seguida de grade leve antes de cada cultivo de inverno e verão (SPC); (ii)



sistema preparo mínimo com escarificação a cada ano (SPME1); (iii) sistema preparo mínimo com escarificação a cada três anos (SPME3); (iv) SPD contínuo por 11 anos, implantado em 2001 (SPD11) e (v) SPD contínuo por 24 anos, implantado em 1988 (SPD24). No SPD11, entre os anos de 1988 e 2001, o preparo do solo foi realizado com a utilização de arado de aivecas (profundidade média de trabalho de 0,32 m), seguido de gradagem leve realizada antes da cultura de verão, e de gradagem pesada (profundidade média de trabalho de 0,15 m) seguida de gradagem leve realizada antes da implantação da cultura de inverno. O SPME1 e SPME3 foram escarificados antes da implantação das culturas de inverno, com escarificador montado tipo cruzador equipado com rolo destorroador e quatro hastas distanciadas 0,40 m, e profundidade média de trabalho de 0,30 m, com ângulo de ataque de 45°. A amostragem foi realizada após 10 e 22 meses da última escarificação no SPME1 e SPME3, respectivamente.

Os sistemas de manejo do solo foram conduzidos sob dois modelos de produção: (i) sucessão trigo (*Triticum aestivum* L.) no inverno e soja (*Glycine max* (L.) Merr.) no verão; e (ii) rotação de culturas com ciclo de quatro anos, com as seguintes espécies no inverno-verão: tremoço branco (*Lupinus albus* L.) ou nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.)/milho (*Zea mays* L.)-aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.)/soja-trigo/soja-trigo/soja. A produção média de massa seca da parte aérea das culturas nos sistemas de sucessão e rotação de culturas é de aproximadamente 5,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 7 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Os teores médios de carbono orgânico (C) do solo, na camada de 0,0-0,10 m, foram de 18,9 g kg<sup>-1</sup> (SPC); 19,9 g kg<sup>-1</sup> (SPME1); 19,8 g kg<sup>-1</sup> (SPME3); 20,6 g kg<sup>-1</sup> (SPD11); e 21,9 g kg<sup>-1</sup> (SPC24).

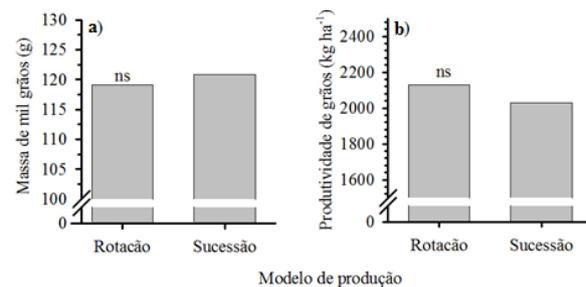
A produtividade de grãos da soja foi determinada pela colheita mecânica de 25 m das oito linhas centrais de cada parcela. Os grãos foram limpos e pesados, e os valores obtidos foram corrigidos para uma umidade de 13%. Na ocasião da colheita da soja, a massa de mil grãos foi determinada segundo metodologias descritas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (Teste F, p<0,05). Quando os efeitos dos tratamentos foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas com uso do programa computacional *Statistical Analysis System (SAS Institute)*.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - A análise de variância para os parâmetros produtivos e morfológicos de soja não demonstraram interações entre os fatores manejo do solo e modelos de produção. Desta forma, foi realizado comparação de médias para cada fator (manejo do solo e modelo de produção) de forma isolada.

A massa de mil grãos (Figura 1a) e produtividade de grãos (Figura 1b) da soja, não foram influenciadas pelos modelos de rotação e sucessão de culturas. As diferenças entre os dois modelos de produção não foram suficientes para caracterizar aumentos de produtividade de grãos no

modelo baseado na rotação de culturas. Porém, cabe ressaltar, que esta avaliação foi realizada no terceiro ano do ciclo de rotação de culturas (tremoço/milho-aveia/soja-trigo/soja-trigo/soja), onde as culturas utilizadas na rotação de culturas são iguais à sucessão de culturas. Conforme Franchini et al. (2011) a soja apresenta respostas positivas à rotação de culturas, particularmente quando cultivada no verão subsequente ao cultivo de milho de verão. Estes autores observaram um incremento de 17 % na produtividade média da soja, em sistema de rotação com milho em relação à observada na sucessão com trigo. Possivelmente em sistema de rotação de culturas mais intensificado, seria possível identificar alterações na produtividade de grãos e massa de mil grãos, tal como observado por Santos et al. (2006), utilizando rotação de trigo/soja-ervilhaca/milho ou sorgo. Estes autores relataram que as maiores produtividades de grãos em sistemas de rotação de culturas, em relação ao modelo com sucessão de trigo/soja, estiveram relacionadas, em parte, à população final de plantas, à massa de grãos por planta, à massa de mil grãos e à estatura de plantas de soja.

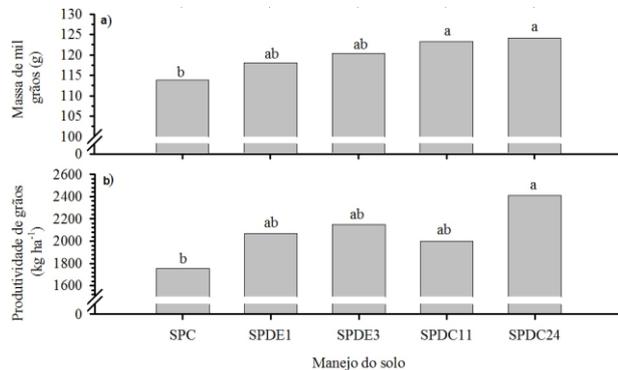


**Figura 1** – Massa de mil grãos e produtividade da soja sob modelos de produção em um Latossolo Vermelho Distroférico. <sup>ns</sup> Não significativo, em cada camada, pelo teste F (p<0,05).

A massa de mil grãos e a produtividade de grãos da soja foram alteradas em função dos sistemas de manejo do solo (Figura 2a,b). O SPDC24 e SPDC11 resultaram em uma maior massa de mil grãos em relação ao SPC, o qual não diferiu dos demais tratamentos. Não houve diferenças de produtividade de grãos e massa de mil grãos de soja entre os tempos de adoção do SPD. Houve uma redução significativa da produtividade de grãos de soja no SPC em relação ao SPDC24. O revolvimento intenso do solo, no SPC, indica que houve degradação dos atributos físicos químicos e biológicos do solo, pois esta prática afetou negativamente a estrutura do solo, continuidade de poros, o teor de C do solo, reduzindo a produtividade de grãos das culturas. Neste sentido, as alterações causadas pelo SPC no solo não se limitam aos atributos físicos, pois, a mobilização do solo favorece reduções na capacidade de imobilização de C pela biomassa microbiana (SILVA et al., 2010), e as melhorias da qualidade do solo sob SPD provavelmente estão



relacionadas com uma alteração na estrutura da comunidade microbiana do solo (HUNGRIA et al., 2009).



**Figura 2** – Massa de mil grãos e produtividade da soja sob diferentes sistemas de manejo do solo em um Latossolo Vermelho Distroférico. <sup>ns</sup> Não significativo, em cada camada, pelo teste F ( $p < 0,05$ ). \*médias seguidas pela mesma letra, na mesma camada, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Por outro lado, não houve diferenças de produtividade de grãos e massa de mil grãos entre os sistemas com escarificação periódica do solo (SPDE1 e SPDE3) em relação aos demais tratamentos. Portanto, a prática da escarificação esporádica do solo é dispensável, pois rompe a estrutura dos agregados estáveis do solo e não favorece incrementos de produtividade de grãos. Conforme Franchini et al. (2011), a escarificação nem sempre resulta em benefícios ao desenvolvimento das culturas, e a escarificação periódica do SPD a cada três anos, associada à rotação de culturas, aumentou significativamente a produtividade da soja em relação ao SPD contínuo em apenas uma de 21 safras avaliadas. Estes mesmos autores observaram reduções de até 600 kg ha<sup>-1</sup> quando foi utilizado a escarificação do solo juntamente com a sucessão de culturas.

**CONCLUSÕES** – A escarificação anual do solo ou a cada três anos em sistema plantio direto, em Latossolo Vermelho Distroférico muito argiloso, é uma prática desnecessária e não aumenta a produtividade de grãos de soja em relação ao sistema plantio direto contínuo com 11 ou 24 anos.

O aumento do tempo de adoção do sistema plantio direto de 11 para 24 anos, em um Latossolo Vermelho

Distroférico muito argiloso incrementa a produtividade de grãos de soja em relação ao sistema de preparo convencional com grade pesada.

## REFERÊNCIAS

Brasil. 2010. Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA/ACS), 399p.

Franchini, J.C., Costa, J.M., Debiasi, H. e Torres, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

Hungria, M., Franchini, J. C., Brandão-Junior, O., Kaschuk, G. e Souza, R. A. 2009. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 288-296.

Klein, V. A., Baseggio, M. e Madalosso, T. 2009. Indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico típico sob plantio direto escarificado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2475-2481.

Santos, H.G., Jacomine, P.K.T., Anjos, L.H.C., Oliveira, V.A., Lubreras, J.F., Coelho, M.R., Almeida, J.A., Cunha, T.J.F. e Oliveira, J.B. (ed.). 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 353 p.

Santos, H. P., Lhamby, J. C. B. e Spera, S. T. 2006. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. *Ciência Rural*, v. 36, n. 1, p. 21-29.

Silva, R. R., Silva, M. L. N., Cardoso, E. L., Moreira, F. M. S., Curi, N. e Alovisi, A. M. T. 2010. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1585-1592.