

MANEJOS DE SOLO, DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS E REDUÇÃO DE ESTRESSE FISIOLÓGICO DE SOJA EM ÁREAS DE ARROZ IRRIGADO

Gabriel Donato¹; Enio Marchesan²; Augusto Dubou Serafin³; Lucas Lopes Coelho⁴; Daivyd Silva de Oliveira⁴; Oscar Jaboski Groth³; Bruno Garlet Ceretta³.

Palavras-chave: escarificação, semeadura direta, déficit hídrico, *Glycine max* (L.) Merrill

INTRODUÇÃO

As áreas de terras baixas ou várzeas do Estado do Rio Grande do Sul, tradicionalmente cultivadas com monocultivo do arroz irrigado ano após ano, vêm tendo acréscimos nos custos de produção devido a resistência de plantas daninhas aos herbicidas utilizados, ao mesmo tempo que se observa relativa estagnação nos tetos produtivos.

Diante desse cenário, o uso da rotação de culturas é uma opção para promover o controle dessas plantas daninhas, através da utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação. No entanto, há fatores que podem ser restritivos à rotação de culturas nessas áreas. Entre os principais entraves a serem superados destaca-se as propriedades físicas destes solos, que sua maioria, possuem drenagem deficiente, elevada compactação subsuperficial e baixa condutividade hidráulica.

Nesse sentido, a realização de práticas agrícolas prévias à semeadura, como a escarificação solo, se constitui em alternativa para minimizar o efeito da compactação sobre as plantas. O estudo objetivou investigar as respostas da soja à intervenção mecânica do solo, no crescimento do sistema radicular e estatura de plantas, e em alterações fisiológicas com a redução dos estresses hídricos em área de cultivo de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra agrícola 2017/18 na área de várzea do Grupo de Pesquisa em Arroz Irrigado (GPai) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico arênico (EMBRAPA, 2013).

Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro manejos do solo, sendo eles: A1 = semeadura direta (SD); A2 = grade niveladora a 8 cm de profundidade (GN); A3 = uma passada de escarificador a 35 cm de profundidade (ES) e A4 = duas passadas de escarificador de forma cruzada a 35 cm de profundidade (EC). Os manejos com escarificação e gradagem do solo foram realizados 43 dias antes da semeadura. A escarificação foi realizada, com um escarificador da marca Fisher de cinco hastes afastas em 35 cm. Para a gradagem, foi utilizada uma grade niveladora hidráulica. Essas operações foram realizadas em condição de solo friável.

A semeadura da soja foi realizada com uma semeadora-adubadora composta por seis linhas espaçadas em 50 cm, utilizando-se disco duplo para a deposição de sementes e adubo. A semeadura ocorreu no dia 13 de novembro de 2017, sendo utilizada a cultivar Syngenta 1561 IPRO, na densidade de 34 sementes m⁻². A adubação de base se constituiu de 22,5 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, e mais 30 kg de K₂O no estágio V3. Os demais tratamentos culturais

¹Eng. agr. Mestrando em agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900. E-mail: gabriel.donato@hotmail.com

²Eng. agr. Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

³Acadêmicos do curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

⁴Eng. agr. Doutorando em agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (EMBRAPA, 2014).

A resistência mecânica do solo à penetração foi avaliada 10 dias antes da semeadura, utilizando-se um penetrômetro digital da marca Falcker PLG 1020, quando o solo apresentava umidade volumétrica de $0,32 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ (capacidade de campo). O comprimento radicular e estatura da parte aérea foram determinados no estágio fenológico R2 (FEHR; CAVINESS, 1977). As avaliações fisiológicas de taxa de fotossíntese, condutância estomática de vapores de água, concentração intercelular de CO_2 , taxa transpiratória, e eficiência intrínseca do uso da água, foram realizadas no terceiro trifólio completamente expandido do ápice para a base da planta, com a utilização do medidor portátil Infra Red Gas Analyzer (IRGA), marca WALZ, modelo GFS-3000. Tais avaliações foram realizadas 90 dias após a emergência da soja (DAE) após um período de oito dias sem precipitação. Os dados obtidos foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático. A análise da variância foi realizada através do teste F. As médias dos fatores, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na (Figura 1 A), a área do experimento apresenta camada compactada próxima à superfície do solo, caracterizada pelo manejo de semeadura direta, onde não é realizado preparo de solo. De acordo com Ramos et al. (2015), dependendo do grau de umidade do solo o nível crítico de resistência à penetração, que limita o desenvolvimento radicular já pode ocorrer a 1,5 MPa, valor esse verificado aos 5 cm de profundidade (Figura 1 A). Nesse sentido, os manejos com ES e EC foram eficientes na redução da camada compactada, mantendo o valor máximo abaixo de 1,2 MPa na faixa de 30 cm de solo. O uso da GN mostrou maior efeito até aproximadamente 10 cm, sendo que a partir desta faixa se assemelhou ao manejo de SD.

A compactação do solo é um fator determinante para o desenvolvimento das plantas e do crescimento do sistema radicular. O impedimento ao crescimento das raízes em profundidade deixa as plantas vulneráveis a constantes oscilações de umidade no solo, ocorridas com frequência na camada superficial desses solos.

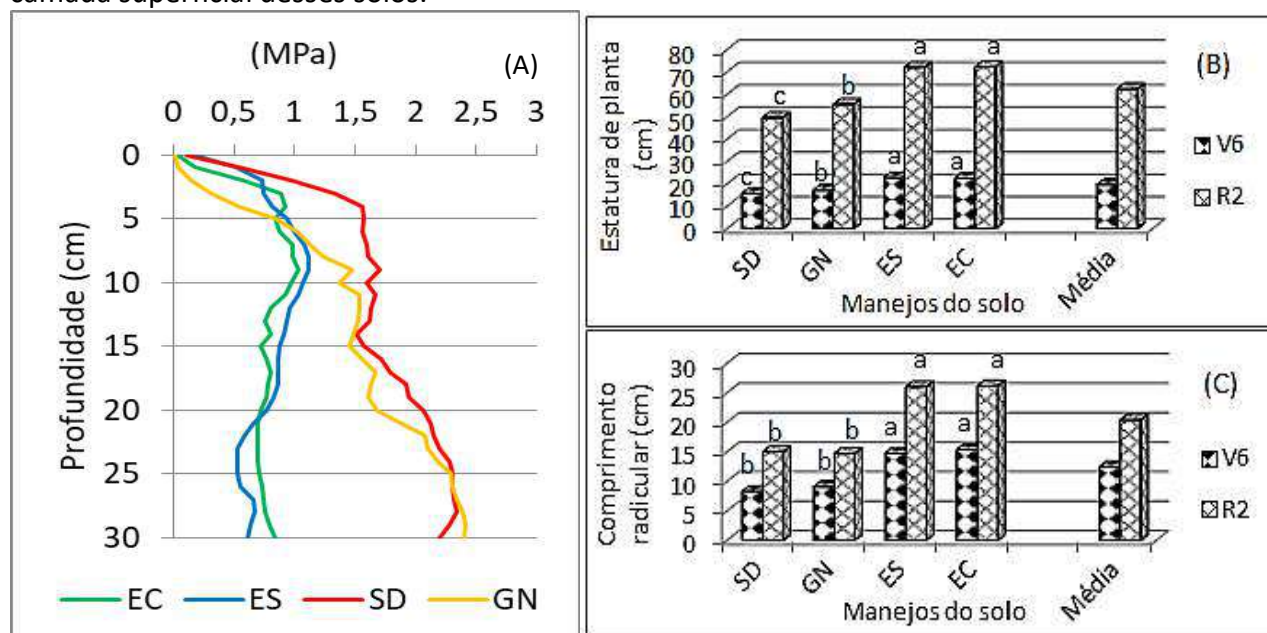


Figura 1 – Resistência mecânica do solo à penetração com umidade volumétrica de $0,32 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$, 10 dias antes da semeadura da soja (A), estatura de plantas (B) e comprimento radicular (C) nos estádios fenológicos V6 e R2 em função da utilização de manejos de solo em área de arroz na safra agrícola de 2017/18. Santa Maria, RS. 2019. Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). (SD) semeadura direta, (GN) grade niveladora, (ES) escarificação simples, (EC) escarificação cruzada.

Quanto à estatura de plantas (EP) e comprimento radicular (CR) (Figura 2 B, C), observa-se a mesma tendência entre os manejos para os dois estádios de avaliação. A ES e EC proporcionaram em média acréscimo de 44 e 31% para a EP nos estádios V6 e R2, respectivamente, quando comparados ao manejo de SD. Para o CR os manejos de ES e EC apresentaram maiores médias quando comparados aos manejos GN e SD, apresentando em média acréscimo de 45 e 62% nos estádios V6 e R2, respectivamente. De forma semelhante, Sartori et al., (2015) observaram que quando utilizado apenas o disco duplo, houve menor crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas de soja em um Planossolo compactado quando comparado ao manejo com escarificação.

Quanto aos parâmetros fisiológicos (Tabela 1), pode-se observar que os manejos com ES e EC mantiveram maior concentração intracelular de CO₂, condutância estomática, taxa de transpiração e taxa de fotossíntese quando comparado aos manejos com GN e SD. Isso pode estar relacionado à diferença de disponibilidade hídrica entre os manejos. O déficit hídrico mais acentuado nos tratamentos com GN e SD está relacionado à presença da camada compactada, responsável pela restrição do crescimento radicular, limitando o volume de solo explorado pelas raízes, deixando as plantas mais suscetíveis a estresses por deficiência hídrica ou de oxigênio.

A redução da concentração intracelular de CO₂ encontrada nos manejos de GN e SD quando comparada ao ES e EC (cerca de 10%), é uma das primeiras mudanças fisiológicas que ocorrem nas plantas quando submetidas a estresses hídricos (AFZAL et al., 2014). O fechamento dos estômatos acarretado pelo déficit hídrico leva à redução da concentração intracelular de CO₂, e consequentemente reduz a taxa fotossintética. Assim, tem-se a restrição do fluxo de água pela planta, levando a mesma a estresses térmicos, que podem ocasionar danos ao aparato fotossintético (TARDIEU, 2013). A transpiração também foi afetada pela umidade do solo, reduzindo em aproximadamente 20% a taxa transpiratória para os manejos de SD e GN, em relação aos manejos com escarificação. Desse modo, verifica-se que o aumento das restrições hídricas reduz taxa de transpiração, condutância estomática, concentração intracelular de CO₂ e consequentemente redução da taxa fotossintética responsável pela expansão celular e desenvolvimento das plantas.

Tabela 1 – Taxa de fotossíntese (A, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração intracelular de CO₂ (Ci, ppm), taxa de transpiração (E, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (Gs, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), em folhas de soja aos 90 DAE. Santa Maria-RS, 2019.

Manejos do solo	A	Gs	Ci	E
Semeadura direta	20,2b*	462,8b	294,2b	6,0b
Grade niveladora	20,3b	451,9b	275,9b	5,3b
Esc. Simples	21,5a	775,5a	317,7a	7,8a
Esc. Cruzada	21,3ab	730,6a	318,0a	7,0a
Média	21,0	605,2	301,5	6,5
CV(%)	4,1	16,3	5,34	8,2

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (< 0,05).

Existem várias respostas para as alterações fisiológicas em plantas de soja quando induzidas ao déficit hídrico, que variam devido à duração, intensidade e frequência da ocorrência dos estresses (BERTOLLI et al., 2012). No entanto, em menor ou maior intensidade, os estudos mostram que plantas submetidas a períodos de escassez de água apresentam alterações na membrana plasmática, eficiência do uso da água, assimilação de carbono (MANAVALAN, et al., 2009) acarretando em redução na condutância estomática e da fotossíntese (HOPKINS, 2009).

A redução da resistência mecânica do solo à penetração nos manejos de ES e EC (Figura 1 A)

proporcionou maior aprofundamento do sistema radicular, resultando em maior disponibilidade de água e conseqüentemente, aumento no crescimento das plantas (Figura 1 C), pela menor redução da taxa fotossintética (Tabela 1). Por outro lado, os tratamentos com SD e GN, apresentaram resistência do solo à penetração de 1,5 MPa a partir dos 5 e 10 cm de profundidade, respectivamente (Figura 1 A), ocasionando menor disponibilidade de água às plantas, com redução no crescimento radicular (Figura 1 C) e na taxa fotossintética (Tabela 1), refletindo em menor estatura de plantas (Figura 1 B).

Como demonstrado, em área de produção de arroz com presença de camada compactada, é necessário que seja realizado manejo de solo que promova a redução dos impedimentos físicos ao crescimento radicular de plantas de soja.

CONCLUSÃO

Os manejos com escarificação simples e escarificação cruzada proporcionam redução da compactação do solo, melhor desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas, bem como menor restrição da taxa fotossintética a soja em áreas de cultivo de arroz irrigado com presença de camada compactada próxima à superfície.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado ao primeiro autor e ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa para o segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFZAL, A. et al. Water deficit-induced regulation of growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, inorganic nutrient accumulation and antioxidative defense mechanism in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, v. 87, n. 1, p. 147-156, 2014.
- BERTOLLI, S.C. et al. Photosynthetic limitations causes by different rates of water-deficits induction in *Glycine max* and *Vigna unguiculata*. *Photosynthetica*, Praga, v.50, n.3, p.329-336, 2012.
- EMBRAPA - Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014. XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul –, 2014. 142p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. 3 ed. Brasília, 353p. 2013.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).
- HOPKINS, W.G.; HÜNER, P.A.N.; Plant physiology- 4th ed. P.26-33. Wiley, 2009.
- MANAVALAN, L.P. et al. Physiological and Molecular Approaches to Improve Drought Resistance in Soybean. *Plant Cell Physiology*, Oxford, v.50, n.7, p.1260-1276, 2009.
- RAMOS, S.T. et al. Correlation of the least limiting water range with soil physical attributes, nutrient levels and soybean yield. *Afr. J. Agric.* 2015.
- SARTORI, G.M.S. et al. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. *Ciência Rural*, v.46, n.3, p.53-60, 2015.
- SINCIK, M. et al. Deficit Irrigation of Soya Bean [*Glycine max* (L.) Merr.] in a Sub-humid climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, n.194, p200-205, 2008.
- TARDIEU, F. Plant response to environmental conditions: assessing potential production, water demand and negative effects of water deficit. *Frontiers in physiology*, v.4, p.1-7, 2013.