

SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO DE SOJA EM TERRAS BAIXAS: CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA

Eduardo Iansen Cassanego¹, Enio Marchesan², José Fernando Schlosser³, Anna Luiza Karsburg⁴, Julian Gabriel Pfeifer⁴, Zanandra Zanini Tamiosso⁴, Uashington da Silva Riste⁵.

Palavras-chave:

Glycine max (L.) Merrill., capacidade operacional, resistência à penetração, rendimento de grãos.

INTRODUÇÃO

O monocultivo de arroz irrigado em áreas de terras baixas tem predominado no Rio Grande do Sul (RS) como a principal cultura de grãos nesse ambiente. O estado possui cerca de 957 mil hectares cultivados com o arroz irrigado (IRGA, 2022) e aproximadamente 372 mil hectares cultivados no sistema de rotação com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill).

A introdução da soja neste ambiente surge como uma alternativa para o controle de plantas daninhas resistentes, além da diversificação da renda ao produtor. Entretanto, devido às características de hidromorfismo dos solos de terras baixas (SARTORI et al., 2016; ROCHA et al., 2017; DENARDIN et al., 2019), são observadas restrições ao desenvolvimento da soja.

Dessa forma, a elevação da produtividade e estabilidade de espécies de sequeiro a esse ambiente, compreende a redução das restrições físicas do solo. A escarificação, subsolagem e gradagem tem sido alternativas utilizadas na entressafra a fim de reduzir os problemas oriundos dos impedimentos físicos, assim como pelo uso de mecanismos sulcadores associados à semeadora, como a haste sulcadora, o qual possui maior potencial em mitigar os efeitos da compactação quando comparado aos demais mecanismos de deposição de fertilizantes (SARTORI et al., 2016; COELHO, et al., 2020).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de manejos do solo na entressafra e no momento da semeadura sobre o consumo de combustível, parâmetros físicos do solo e variáveis morfofisiológicas da soja em área de terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na safra agrícola de 2019/20, na Área Didático Experimental de Várzea, no Grupo de Pesquisa em Arroz Irrigado e Uso Alternativo de Áreas de Várzea (GPAI) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

¹ Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima nº 1000, bairro Camobi, Santa Maria-RS. CEP 97105-900. E-mail: eicassanego@hotmail.com.

² Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: eniomarchesan@gmail.com.

³ Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: josefernandoschlosser@gmail.com

⁴ Acadêmicos do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: karsburganna@gmail.com, juliangabriel55@hotmail.com, zanandrazt@gmail.com.

⁵ Acadêmico do curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: uashington03@gmail.com.

O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2018). O clima da região é classificado por Köppen como Cfa, subtropical úmido, sem estação seca definida e com precipitação pluvial média de 1688 mm anuais (CLIMATE-DATA, 2022).

O delineamento foi de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por manejos de solo realizados no período da entressafra e por mecanismos sulcadores na deposição do fertilizante na semeadora-adubadora, sendo eles: semeadura sem preparo do solo + disco duplo na semeadora (SSPS+DD); semeadura sem preparo do solo + disco turbo (helicoidal) na semeadora (SSPS+DT); semeadura sem preparo do solo + haste sulcadora na semeadora (SSPS+HS); semeadura em solo com preparo de grade + DD (Gradagem+DD); semeadura em solo escarificado + DD (Escarificação+DD), e semeadura em solo subsolado + DD (Subsolado+DD).

Os manejos de escarificação, subsolagem e gradagem ocorreram no dia 28 de setembro de 2019. Para a escarificação foi utilizado um escarificador da marca São José Industrial (modelo Ripper 11), composto de 11 hastes espaçadas em 0,30 m e trabalhando a uma profundidade média de 0,35 m. Para a subsolagem, foi utilizado o subsolador Terrus DSR da marca GTS do Brasil, o equipamento foi composto por seis hastes espaçadas em 0,60 m e atuou a profundidade de 0,40 m. Já a gradagem foi realizada com uma grade aradora de 16 discos (24”) da marca Baldan, trabalhando a profundidade de 0,12 m. Os implementos foram tracionados por um trator da marca Massey Ferguson, modelo MF 7719, com tração dianteira auxiliar (TDA) e potência de 145 kW a 1950 RPM.

Para tracionar a semeadora, foi utilizado um trator da marca Massey Ferguson modelo MF 6711 com TDA, com potência de 85 kW a 2000 RPM. A semeadura da soja foi realizada com uma semeadora-adubadora pantográfica da marca Massey Ferguson, modelo MF 407, composta de seis linhas espaçadas em 0,50 m. A semeadura foi realizada no dia 19 de novembro de 2019, com a cultivar BMX Valente na densidade de semeadura de 30 sementes m⁻².

A adubação de base foi de 18 kg ha⁻¹ de N, 72 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 72 kg ha⁻¹ de K₂O na linha de semeadura. No estágio fenológico V3 (FEHR & CAVINESS, 1977), aplicou-se em superfície 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura (CARAFFA et al., 2018).

Para a determinação dos parâmetros referentes à mecanização (consumo de combustível), foi instalada nos tratores (MF 7719 e MF 6711) uma instrumentação eletrônica desenvolvida por RUSSINI (2009) e pertencente ao Núcleo de Ensaio de Máquinas Agrícolas da UFSM.

A resistência do solo à penetração foi determinada através do Índice de Cone, sendo realizada aos 50 dias após a semeadura. Para a avaliação, foi utilizado um penetrômetro digital da marca Falker (modelo PLG 1020) atingindo a profundidade de 0,30 m. Foram realizadas oito amostragens por unidade experimental (UE).

As avaliações de sistema radicular e estatura foram realizadas no estágio fenológico V6 da cultura, onde coletou-se um monólito de solo de 0,3 x 0,2 m (largura e profundidade) contendo cinco plantas em sequência na linha de cultivo. Após, foi realizada a lavagem das mesmas para a separação do solo. O comprimento radicular (CRP) foi determinado com o auxílio de uma régua graduada.

O rendimento de grãos foi determinado através da colheita manual de uma área de 10 m² (2x5 m) por unidade experimental. Após a trilha, limpeza e pesagem dos grãos, os dados foram corrigidos para 13% de umidade e expressos em kg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste das pressuposições do modelo matemático. A análise da variância foi realizada através do teste F, sendo as médias quando significativas, comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados da Tabela 1, para o consumo horário de diesel nos manejos do solo realizados na entressafra, não se observou diferença significativa entre o escarificador e o subsolador, no entanto, ambos os manejos de descompactação apresentaram diferenças quando comparados ao manejo de gradagem.

Para a semeadura, os mecanismos de deposição de adubo associados à semeadora apresentaram diferenças estatísticas. Para a área sem preparo do solo mais DD e DT apresentaram redução no consumo de combustível quando comparado à HS (Tabela 1). O uso da HS refletiu no aumento de 90% no consumo de combustível, quando comparado ao DD. No entanto, a HS é o mecanismo que atuou em maior profundidade no rompimento da camada compactada (Tabela 2), mantendo os valores abaixo de 1,9 MPa até a profundidade de 0,20 m, promovendo, em parte, a ruptura da camada mais compactada. Por outro lado, os tratamentos com SSPS+DD e SSPS+DT apresentaram a maior resistência à penetração, com valores acima de 2 MPa a aproximadamente 0,10 m de profundidade (Tabela 2).

Tabela 1 - Consumo de combustível, comprimento da raiz pivotante, estatura da parte aérea e produtividade relativa da soja em função de manejos do solo na entressafra e de mecanismo sulcadores da semeadora-adubadora em área de terras baixas. Santa Maria, RS. 2022.

	Consumo de combustível (L h ⁻¹)		Comprimento da raiz pivotante (cm)	Estatura da parte aérea (cm)	Produtividade relativa (%)
	MSE	Sem.	V6 ¹	V6 ¹	
SSPS + DD	-	8,9 d	12,4 b	55,2 ^{ns}	71,7 d
SSPS + DT	-	9,2 d	16,2 b	54,1	73,5 d
SSPS + HS	-	16,9 a	18,9 a	56,8	86,5 b
Gradagem + DD	9,8 b*	9,7 d	18,4 a	55,7	81,8 c
Escarificação + DD	26,7 a	12,9 b	20,9 a	59,1	100,0 a
Subsolagem + DD	25,2 a	11,6 c	24,0 a	57,1	94,3 b
CV (%)	4,4	5,5	15,4	6,5	6,5
Média	20,56	11,52	18,49	56,34	84,6

(*) Médias não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), ^{ns}= não significativo. MSE: manejo do solo na entressafra. Sem.: semeadura. SSPS: semeadura sem preparo do solo. DD: disco duplo. HS: haste sulcadora. DT: disco turbo (helicoidal). ⁽¹⁾ Escala proposta por FEHR & CAVINESS (1977).

Tabela 2 - Resistência do solo à penetração mecânica em diferentes manejos de solo para a implantação de soja em área de terras baixas. Santa Maria, RS. 2022.

Manejos/Profundidade	Resistência mecânica à penetração do solo (MPa)					
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
	----- cm -----					
SSP+DD	0,8	1,9	2,2	1,8	2,1	2,0

SSPS+DT	0,7	1,7	2,3	2,2	2,1	2,5
SSPS+HS	0,3	1,1	1,4	1,6	2,0	2,2
Gradagem+DD	0,2	0,8	2,3	2,4	2,3	2,3
Escarificação+DD	0,5	0,7	0,8	1,1	0,9	1,0
Subsolagem+DD	0,9	1,4	1,5	1,3	1,2	1,1

A umidade volumétrica média do solo na camada de 0-0,30 m de profundidade era de 0,30 m³ m⁻³. Santa Maria, RS. 2022. SSPS: semeadura sem preparo do solo. DD: disco duplo. DT: disco turbo. HS: haste sulcadora.

A mobilização gerada pelos manejos de solo na entressafra repercutiu em alterações na resistência à penetração mecânica no solo (RP), onde, conforme a Tabela 2, a escarificação proporcionou a maior redução da RP do solo, não ultrapassando o valor de 1,1 MPa até 0,30 m de profundidade. Já a subsolagem neste mesmo perfil de solo avaliado reduziu os valores a 1,5 MPa. A diferença entre esses dois preparos de solo se deve à maior distância entre as hastes do subsolador, o qual gera menor perturbação do solo quando comparado ao escarificador.

A variável comprimento de raiz pivotante diferenciou significativamente, interagindo com os dados obtidos para a resistência à penetração mecânica do solo. Os manejos que apresentaram os menores impedimentos físicos obtiveram os maiores valores (Subsolagem+DD, Escarificação+DD, SSPS+HS e Gradagem+DD (24,0; 20,9; 18,9 respectivamente)).

A capacidade de cada manejo em reduzir os impedimentos físicos repercutiu diretamente no rendimento de grãos. Conforme a Tabela 1, o tratamento escarificado+DD resultou na maior produtividade (5742 kg ha⁻¹), 39% superior quando comparado com SSPS+DD, seguido por Subsolagem+DD e SSPS+HS. Segundo GOULART (2020), essa resposta é atribuída à melhoria dos atributos físicos e redução da resistência à penetração aliados à maior capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo, permitindo melhores condições em períodos de estresse hídrico. Por outro lado, a HS, em virtude de algumas restrições quanto à abrangência das raízes nas entrelinhas de semeadura, apresentou redução de 15% no rendimento de grãos quando comparada à escarificação, porém superior em 21% quando comparado com DD.

A elevação da produtividade de soja em terras baixas é dependente da redução dos impedimentos físicos do solo. Dessa forma, em função da distância entre as hastes e da profundidade de trabalho do equipamento, a escarificação do solo foi o manejo que proporcionou melhores condições físicas às plantas, refletindo-se na produtividade de soja.

A subsolagem do solo, também resultou em elevada produtividade. Entretanto, o subsolador possui maior distância entre hastes e, portanto, a qualidade do seu trabalho pode ser mais dependente de baixa umidade do solo.

A haste sulcadora é o mecanismo depositador de fertilizante com maior potencial de mitigar os efeitos da compactação e elevar as produtividades, entretanto a sua adoção poderá impactar no maior consumo de combustível quando comparado com os demais mecanismos utilizados na semeadora.

CONCLUSÕES

A escarificação e subsolagem apresentam a maior redução da resistência à penetração, porém, demandam maior consumo de combustível.

Dos mecanismos associados à semeadora, a haste sulcadora promove o maior crescimento radicular e produtividade de soja em terras baixas.

A semeadura realizada sem preparo do solo com disco duplo e disco helicoidal (turbo) apresentam o menor consumo de combustível, entretanto, não atenuam os problemas de compactação do solo, repercutindo em menor produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARAFFA, M. et al. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2018/2019 e 2019/2020.

COELHO, L.L. et al. Ryegrass management in lowland areas on the establishment and development of soybean in succession. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.15, n.3, 2020.

DENARDIN, L. G. DE O. et al. No-tillage increases irrigated rice yield through soil quality improvement along time. **Soil and Tillage Research**, v. 186, p. 64-69, 2019.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology. Special report, v.80, 1977, 11p.

GOULART, R.Z., REICHERT, J.M., RODRIGUES, M.F. Cropping poorly-drained lowland soils: Alternatives to rice monoculture, their challenges and management strategies, **Agricultural Systems**, v.177, 2020.

REICHERT, J.M. et al. Is chiseling or inverting tillage required to improve mechanical and hydraulic properties of sandy clay loam soil under long-term no-tillage? **Geoderma**, v.301, p. 72-79, 2017.

ROCHA, et al. T.C.M. Performance of soybean in hydromorphic and nonhydromorphic soil under irrigated or rainfed conditions. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.52, p.293-302, 2017.

SARTORI, G.M.S et al. Growth and development of soybean roots according to planting management systems and irrigation in lowland áreas. **Cienc. Rural**, v.46, p.1572-1578, 2016.

SARTORI, G.M.S. et al. Soybean tillage systems and physical changes in surface layers of two Albaqualf soils. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, v.40, 2016.