

RENDIMENTO DE GRÃOS E USO DE ÁGUA EM ARROZ IRRIGADO SEMEADO SOBRE SOLO ESCARIFICADO PARA O CULTIVO DE SOJA NA SAFRA ANTERIOR

Alisson Guilherme Fleck¹, Enio Marchesan², Lucas Lopes Coelho³, Camille Flores Soares⁴, Gabriel Donato⁴, Matias Henrique Prochnow⁵, Uashington da Silva Riste⁶.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., física do solo, irrigação, escarificação.

INTRODUÇÃO

A produção de arroz no Rio Grande do Sul se concentra em áreas denominadas de terras baixas, onde a irrigação com lâmina de água é favorecida. Esses solos apresentam drenagem natural deficiente (MENTGES et al., 2013), resultante da existência de uma camada subsuperficial compactada, proporcionando menor infiltração da água pelos horizontes do solo. No entanto, o monocultivo dessas áreas tem ocasionado diversos problemas, principalmente a incidência de plantas daninhas, destacando-se o arroz-daninho (*Oryza sativa* L.), e o aumento de casos de resistência a herbicidas. Essas adversidades forçaram a cadeia orizícola a buscar novas alternativas para manter o sistema produtivo e rentável (MARCHESAN, 2013). Nesse contexto, a rotação com a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) surge como alternativa na redução do banco de sementes de plantas daninhas do solo, promovendo maior sustentabilidade do sistema de produção.

Entretanto, espécies ditas de sequeiro enfrentam fatores que afetam seu crescimento e desenvolvimento nessas áreas, principalmente devido às características físicas do solo, como baixa condutividade hidráulica e baixa porosidade (JUNIOR et al., 2014), com reflexos no rendimento de grãos dessas culturas. Dessa maneira, se faz necessária a realização de práticas agrícolas para melhorar o estabelecimento da soja nessas áreas, buscando alternativas que visam melhorar as condições físicas desses solos. Entre elas tem-se a escarificação do solo, a qual visa aumentar a porosidade e diminuir a densidade do solo e melhorar, conseqüentemente, a produtividade (SARTORI et al., 2016). No entanto, a descompactação do solo para o cultivo da soja em rotação pode ser desfavorável para o cultivo do arroz semeado em sucessão, já que esse manejo pode proporcionar maior infiltração de água no perfil do solo (DRESCHER et al., 2016), o que pode promover um maior requerimento de água de irrigação, por exemplo. Mas esta é uma hipótese que ainda precisa ser avaliada em condição de campo.

Em vista disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o rendimento de grãos e a quantidade de água utilizada para irrigação do arroz sobre solo escarificado para o cultivo de soja na safra anterior e seu efeito na manutenção de características físicas do solo após a cultura do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2018/19, em área didático experimental de várzea do Grupo de Pesquisa em Arroz Irrigado (GPai) da Universidade Federal de Santa Maria, na

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

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

³ Engenheiro agrônomo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: lucas_l_c@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: camille-flores@hotmail.com, Gabriel.donato@hotmail.com

⁵ Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: prochnow.matias@gmail.com

⁶ Acadêmico do curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: uashington03@gmail.com

cidade de Santa Maria – RS. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento Vacacaí (EMBRAPA, 2013).

Na safra anterior à realização do experimento (safra de 2017/18), realizou-se a escarificação do solo no mês de setembro de 2017, com um escarificador de cinco hastes espaçadas a 0,35m e profundidade média de trabalho de 0,35m. Após, realizou-se uma gradagem para nivelar a superfície do terreno e viabilizar a semeadura da cultura da soja, a qual foi realizada no dia 01/11/2017. Posteriormente à colheita da soja, foi realizada a semeadura de azevém, na densidade de 40 kg ha⁻¹, sendo dessecado 45 dias antes da semeadura do arroz com o herbicida glifosato na dose de 1080 g i.a ha⁻¹.

Os tratamentos foram compostos por dois manejos de solo (escarificado e não-escarificado), com cinco repetições cada. A semeadura do arroz irrigado foi realizada no dia 17/10/2018, com a cultivar híbrida Titan CL, na densidade de 45 kg ha⁻¹ de sementes, sobre a palhada de azevém. A adubação de base foi composta de 20 kg ha⁻¹ de N, 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada de cobertura foi composta de 170 kg ha⁻¹ de N, parcelado em três aplicações (60 % em V3, 20 % em V6 e 20 % em R0, segundo escala fenológica proposta por Counce et al., 2000). A adubação potássica em cobertura foi composta por 30 kg de K₂O ha⁻¹ em V3. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme as recomendações técnicas para a cultura (SOSBAI, 2016).

O volume de água aplicado foi medido com um hidrômetro, com diâmetro de 4" e vasão nominal (Qn) de 60 m³ h⁻¹, do início da irrigação em V3 e durante todo o ciclo da cultura, mantendo a lâmina de água em torno de 0,10 m até a colheita (R9).

A macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo foram determinadas através da coleta de amostras indeformadas de solo com a utilização de anéis volumétricos metálicos nas camadas de 0,0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30m de profundidade, efetuada em duas épocas: anteriormente à semeadura e após a colheita do arroz. Posteriormente, as amostras foram levadas para mesa de tensão, com coluna de água de 0,60 m, conforme técnicas descritas por Oliveira (1968).

Para a determinação da massa seca da parte aérea foram coletadas plantas de um metro linear em cada unidade experimental nos estádios V5, V7, R1 e R4. A massa seca de raízes foi determinada nos estádios V5 e R4 através da coleta das raízes de um metro linear em cada unidade experimental. As amostras foram levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65°C.

O rendimento de grãos foi determinado através da colheita de duas áreas úteis de 5,1 m² (5,0 m x 1,02 m) em cada unidade experimental quando os grãos apresentavam umidade média de 22%. Após, foi realizada a trilha, retirada da impureza e medido o grau de umidade de cada amostra. Os dados foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos para kg ha⁻¹. A produtividade da água foi obtida da divisão do rendimento de grãos pelo volume de água utilizado pela cultura. Para análise estatística, realizou-se o teste t bilateral pareado para duas amostras em conjunto em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca da parte aérea não apresentou diferença significativa entre os tratamentos nos estádios V5, V7 e R1. No entanto, na fase de florescimento (R4), obteve-se maior massa seca no tratamento com escarificação do solo (Tabela 1), corroborando com resultados obtidos por Medeiros et al. (2005), em que a compactação do solo proporcionou decréscimo na massa seca da parte aérea sob diferentes níveis de umidade do solo. Já para as raízes, o tratamento não escarificado apresentou maior massa seca apenas para o estádio V5.

O solo submetido à escarificação apresentou um uso de água de 553 m³ ha⁻¹ a mais que o solo não escarificado (Tabela 1). Desse volume, 63% (345 m³ ha⁻¹) foi requerido no período de estabelecimento da lâmina de água, em V3. Isso pode estar relacionado ao aumento da

porosidade total que a escarificação do solo proporcionou, já que esse manejo aumentou em aproximadamente $116 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ o volume de poros na camada de 0,0 a 0,3 m, promovendo aumento do espaço aéreo para o preenchimento com água no momento da irrigação. Além disso, outro fator que pode ter propiciado maior uso de água, é o rompimento da camada compactada, possibilitando maior infiltração, semelhante a resultados observados por Prando et al. (2010), em que a escarificação do solo aumentou a infiltração de água até a camada de 0,0 a 0,2m.

Tabela 1. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), uso de água (UA), rendimento de grãos (RG) e produtividade da água (PA) na cultura do arroz irrigado cultivado em solo submetido a manejo de escarificação no cultivo de soja na safra anterior. Santa Maria, RS – 2019.

Tratamentos	MSPA				MSR		UA	RG	PA
	V5	V7	R1	R4	V5	R4			
	kg m ⁻²						m ³ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg m ⁻³
Escarificado	0,09 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,09 ^{ns}	3,48 a*	0,04 b	1,41 ^{ns}	10950 a*	12961 ^{ns}	1,18 ^{ns}
Não escarificado	0,09	0,35	1,02	2,38 b	0,07 a	1,36	10397 b	12447	1,20
Média	0,09	0,36	1,06	2,93	0,06	1,38	10673,75	12703,96	1,19
CV (%)	5,61	13,98	8,19	9,23	16,88	5,94	2,22	3,18	4,20

* médias não seguidas de mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste t bilateral a 5% de significância; ^{ns} = não significativo pelo teste t bilateral.

A incidência de chuvas durante o período de cultivo do arroz foi de 646 mm, o que representou um volume de $6462 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, servindo como a maior contribuição no uso de água pela cultura, cerca de 60% do total de água utilizada ao longo de todo o ciclo da cultura na área escarificada e 62% na área não escarificada. A ocorrência de precipitação durante a fase de irrigação foi superior à média dos últimos oito anos para o mesmo período, que correspondeu a 610 mm. Desconsiderando-se o volume de água oriundo de precipitações, foram necessários $4488 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de água no solo com escarificação e de $3935 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ na área sem escarificação.

Em relação ao rendimento de grão da cultura, os manejos do solo escarificado e não escarificado não apresentaram diferença estatística, sendo suas médias de 12961 kg ha^{-1} e 12447 kg ha^{-1} , respectivamente. Da mesma forma, não foi observado diferença estatística quanto à produtividade da água, a qual apresentou valores de 1,18 e $1,20 \text{ kg m}^{-3}$ para o solo escarificado e não escarificado, respectivamente.

Referente à macroporosidade do solo ocorreram diferenças significativas, principalmente, na camada superficial (0,0 a 0,1 m), em que se pode observar um maior volume de poros com a utilização da escarificação para o cultivo da soja, na safra anterior (Tabela 2). Isso ocorreu tanto antes da semeadura, quanto após a colheita do arroz e drenagem da área. Nas demais camadas de solo não houve diferença significativa em ambas as épocas de avaliação.

Antes da implantação da cultura do arroz, no solo escarificado, a microporosidade foi maior na camada superficial, enquanto as demais profundidades não apresentaram diferenças. Entretanto, após a colheita do arroz, essa camada não apresentou diferença significativa, assim como na camada de 0,1 a 0,2m. Porém, na camada mais profunda (0,2 a 0,3m) essa variável foi maior no solo escarificado, embora essas diferenças não tenham relação com os manejos antrópicos, já que a microporosidade depende principalmente da textura do solo (SILVA; KAY, 1997). Com relação à porosidade total, a camada superficial do solo apresentou maior volume de poros em solo escarificado, nas duas épocas de avaliação, visto que esse manejo proporciona acréscimo na porosidade em Planossolo (SARTORI et al., 2016). Isso ocorreu principalmente pelo maior contraste da macroporosidade entre os manejos, já que a microporosidade não variou, nessa camada. Nas demais profundidades não houve diferença significativa.

A densidade do solo apresentou uma relação inversa à porosidade. Sendo assim, a escarificação proporcionou uma redução da densidade na maioria das avaliações, apresentando diferença estatística na camada superficial antes da semeadura e nas camadas intermediária e profunda após a colheita da cultura do arroz.

Tabela 2. Macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo antes da semeadura e depois da colheita da cultura de arroz irrigado, em solo submetido à escarificação na safra de soja anterior. Santa Maria – RS, 2019.

Tratamentos	Macroporosidade (m ³ m ⁻³)			Microporosidade (m ³ m ⁻³)			Porosidade total (m ³ m ⁻³)			Densidade do solo (Mg m ⁻³)		
	0-10 ¹	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
----- Antes da semeadura -----												
Escarificado	0,09 a*	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,27 a	0,21 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,36 a	0,26 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,42 a	1,62 ^{ns}	1,63 ^{ns}
Não escarificado	0,05 b	0,04	0,04	0,22 b	0,19	0,22	0,27 b	0,23	0,26	1,59 b	1,72	1,62
Média	0,07	0,05	0,05	0,25	0,20	0,22	0,31	0,25	0,26	1,50	1,67	1,62
CV (%)	3,80	33,66	33,66	7,89	13,13	10,45	8,25	16,34	8,54	5,60	7,86	4,61
----- Após a colheita -----												
Escarificado	0,07 a	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,27 a	0,32 a	0,28 ^{ns}	0,32 a	1,47 ^{ns}	1,53 a	1,48 a
Não escarificado	0,04 b	0,04	0,04	0,25	0,22	0,23 b	0,29 b	0,25	0,27 b	1,57	1,62 b	1,57 b
Média	0,06	0,04	0,04	0,25	0,23	0,25	0,31	0,27	0,30	1,52	1,57	1,52
CV (%)	19,56	20,37	18,28	2,65	5,29	3,66	4,15	7,47	4,72	9,70	3,68	3,27

¹ Profundidade (cm); * médias não seguidas de mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste t bilateral a 5% de significância; ^{ns} = não significativo pelo teste t bilateral.

CONCLUSÃO

A escarificação realizada para soja na safra anterior aumenta a porosidade do solo e o uso de água de irrigação do arroz, no entanto não influencia o rendimento de grãos da cultura e na produtividade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v. 40, p. 436-443, 2000.
- DRESCHER et al. Duração das alterações em propriedades físico-hídricas de Latossolo argiloso decorrentes da escarificação mecânica. **Revista Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 2, p. 159-168, 2016.
- EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353 p.
- JUNIOR, D.D.V. et al. Penetration resistance according to penetration rate, cone base size and different soil conditions. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 171-177, 2014.
- MARCHESAN, E. Desafios e perspectivas de rotação com soja em áreas de arroz. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO**. Anais... Santa Maria: SOSBAI, v.2, p.1628-1637, 2013.
- MEDEIROS, R.D. et al. Compactação do solo e manejo da água. I: efeitos sobre a absorção de N, P, K, massa seca de raízes e parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p.940-947, 2005.
- MENTGES, M.I. et al. Alterações estruturais e mecânicas de solo de várzea cultivado com arroz irrigado por inundação. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.37, n.1, p. 221-231, 2013.
- OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela “mesa de tensão” em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 3:197-200, 1968.
- PRANDO, M. B.; et al. Infiltração de água no solo sob escarificação e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:693-700, 2010.
- SARTORI, G.M.S et al. Growth and development of soybean roots according to planting management systems and irrigation in lowland areas. **Ciência Rural**, v.46, n.9, p.1572-1578, 2016.
- SILVA, A.P. & KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soils from properties and management. **Soil Science Society of America Journal**, v.61, p.877-883, 1997.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Pelotas: Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2016. 200p.