

IRRIGAÇÃO E MANEJOS DE SOLO PARA PRODUÇÃO DE SOJA EM TERRAS BAIXAS

Robson Giacomeli¹; Glauber Monçon Fipke²; Fernando Sintra Fulaneti³; Edgar Salis Brasil Neto⁴; Rodrigo Trindade Pinheiro⁵)

Palavras-chave: camalhão, irrigação por aspersão, plantio direto, produtividade da água

INTRODUÇÃO

As terras baixas caracterizam-se por apresentar reduzida taxa de infiltração de água, baixa macroporosidade do solo, além de apresentarem camadas adensadas próximas à superfície (DENARDIN et al., 2019). Na metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul (RS) as terras baixas constituem aproximadamente 6,5 milhões de hectares, onde anualmente é cultivado próximo de um milhão de hectares. Visando diversificar a produção, em uma parcela dessas áreas tem sido cultivado soja.

Devido características físicas do solo, tem sido estudadas algumas estratégias de implantação da cultura como escarificação do solo, semeadura sobre camalhão ou utilização de haste sulcadora na deposição do fertilizante (SARTORI et al., 2016). Essas mesmas características edáficas favorecem a irrigação por superfície, que por vezes tem sido questionado devido sua eficiência. Métodos alternativos são promissores, como a irrigação por faixas (aproveitando a estrutura já utilizada para a inundação) e por aspersão (com uso de pivô central).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de métodos de irrigação e manejos do solo nas propriedades físicas do solo e produtividade de grãos da cultura da soja em terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos com a cultura da soja (Brasmax Garra 63i64RSF IPRO), implantados em 08/11/2016 e 31/10/2017. A área está situada no município de Itaqui, na região oeste do Rio Grande do Sul (29°09' S, 56°33' W e altitude de 74 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), sem estação seca definida e precipitação (chuva) média anual de 1.616 mm (ALVARES et al., 2013). O solo da área é classificado como Plintossolo Háplico (SANTOS et al., 2018).

No primeiro ano de experimentos foi realizado o manejo da área para iniciar um sistema de plantio direto. Nos dois anos foi implantada a cultura da aveia durante o inverno-primavera para servir como cobertura vegetal. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 4, com três repetições e parcelas subdivididas com 4 x 10 m de tamanho. O fator A foi constituído de três métodos de irrigação: por aspersão; por faixas e; sem irrigação. O fator D foi composto pelos manejos do solo: preparo convencional (gradagem e aplainamento); semeadura direta (com semeadura sobre palhada); preparo convencional com camalhão (reconstruído nos dois experimentos) e; semeadura direta com camalhão (construído no primeiro experimento e mantido para o segundo).

A necessidade de irrigação foi monitorada pela combinação da estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c), mediante a multiplicação da evapotranspiração de referência

¹ Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Pampa - Rua Luiz Joaquim de Sá Britto, s/n - Bairro Pró-morar, Itaqui - RS - 97650-000, robsongiacomeli@unipampa.edu.br .

² Doutor em Agronomia, Universidade Federal do Pampa, glaubertifpke@unipampa.edu.br.

³ Estudante de Agronomia, Universidade Federal do Pampa, fernandosintrafulaneti@gmail.com.

⁴ Mestre em Agricultura de Precisão, Universidade Federal do Pampa, edgarneto@unipampa.edu.br.

⁵ Mestre em Agronomia, Universidade Federal do Pampa, rodrigopinheiro@unipampa.edu.br.

(ET_o) pelo método de Penman-Monteith, com os coeficientes de cultura simples (K_c) ($ET_c = ET_o K_c$), conforme Allen et al. (1998) e do monitoramento do conteúdo volumétrico de água no solo (θ), com sensores que utilizam a técnica de capacitância/frequência de domínio no tempo (FDR).

Para a irrigação por faixas foram utilizados 16 registros (vazão média de $0,1 \text{ L s}^{-1}$, para 160 m^2 , eficiência de 50% e estimativa de 30 mm para cada evento), distribuídos a cada metro no início das parcelas. Para a irrigação por aspersão, utilizou-se um sistema convencional com dois aspersores setoriais (com lâmina líquida de 12 mm (± 4), taxa de 6 mm h^{-1} , 85% de coeficiente de uniformidade e estimativa de 13,8 mm em cada evento), em rotação de 180° , com 100 % de sobreposição na área útil da parcela.

Para a determinação das propriedades físicas do solo foram coletadas amostras indeformadas, nas profundidades de 0,00 - 0,05, 0,05 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m, com anéis de aproximadamente 0,030 m de altura e 0,055 m de diâmetro. Para a resistência do solo à penetração mecânica foi utilizado um penetrômetro eletrônico de bancada de forma equidistante na parte central do anel, até a profundidade de 4 cm, com velocidade constante de 10 mm min^{-1} e leituras a cada segundo. Para determinação da produtividade de grãos (base 13% de umidade) foi colhida uma área de 6 m^2 .

A análise de variância foi realizada pelo teste F ($\alpha \leq 0,05$). Observada significância, foi realizado o teste complementar de Tukey ($\alpha \leq 0,05$). Foi utilizado o software R (versão 3.5.1) com o pacote ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A chuva total acumulada entre a semeadura e a maturidade fisiológica da cultura foi de 7.230 e 7.740 m^3 , para os dois experimentos, respectivamente (dados não apresentados). Constatou-se uma distribuição irregular, principalmente nos períodos entre final de novembro e início de dezembro de 2017 e início de janeiro e fevereiro de 2018, baixo volume de chuva. Com isso, houve a necessidade de apenas quatro aplicações de irrigações (totalizando $480 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de água para irrigação por aspersão e $1200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para faixas) no primeiro ano e 18 aplicações de irrigação ($1970 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ por aspersão) e 12 ($360 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para faixas) no segundo ano.

Houve diferença apenas no efeito principal (manejos de solo) para as variáveis físicas do solo em estudo (Tabela 1). O preparo convencional apresentou maior densidade do solo na camada de 0,05 - 0,10 m (2016/17), resultando em uma menor macroporosidade (dados não apresentados), em decorrência da gradagem e aplainamento com tráfego de máquinas na superfície, próximo da semeadura causando a compactação do solo nessa camada (BEUTLER et al., 2012). Maior densidade do solo e menor porosidade total foram observados nos dois experimentos, na camada 0,10 - 0,20 m para o tratamento preparo convencional com camalhão, onde provavelmente o preparo convencional associado a construção do camalhão mobilizou o solo há uma maior profundidade que no tratamento preparo convencional. Esse maior valor de densidade do solo nessa camada, logo abaixo os 0,1 m de profundidade, também foi relatado por Giacomeli et al. (2017). A média de densidade do solo para a camada de 0,0 - 0,2 m (2016/17) foi de $1,50 \text{ Mg m}^{-3}$ e $1,68 \text{ Mg m}^{-3}$ (2017/18). É importante destacar, principalmente para o segundo ano de experimentos, que os valores foram próximos ao encontrado nas avaliações realizadas para a caracterização da área, antes da escarificação que foi feita na implantação ($1,63 \text{ Mg m}^{-3}$; dados não apresentados). Os resultados, embora próximos da densidade crítica proposta pela equação de Reichert et al. (2009) nesse solo ($1,69 \text{ Mg m}^{-3}$), não indicam compactação. Essa densidade do solo elevada pode ser explicada, em partes, pelo baixo teor de argila nessa camada ($191,5 \text{ g kg}^{-1}$), que em condições naturais, já apresenta elevada densidade (MARCOLIN; KLEIN, 2011).

Tabela 1. Densidade, porosidade total, resistência do solo a penetração mecânica nas camadas⁽¹⁾ de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m; produtividade de grãos de soja em métodos de irrigação⁽²⁾ e manejos de solo⁽³⁾ Preparo convencional (PC), Semeadura Direta (SD), Preparo Convencional com Camalhão (PCCC) e Semeadura Direta com Camalhão (SDCC) em terras baixas. Itaqui, RS, Brasil.

Ano agrícola Camadas/ Irrigação	2016/17					2017/18				
	PC ⁽³⁾	SD	PCCC	SDCC	CV(%)	PC	SD	PCCC	SDCC	CV(%)
-----Densidade do solo (Mg m ⁻³) #-----										
0,00 - 0,05 ⁽¹⁾	1,41 ^{ns}	1,35	1,37	1,33	4,90	1,51 ^{ns}	1,51	1,51	1,52	3,70
0,05 - 0,10	1,56 A*	1,48 B	1,49 B	1,47 B	4,82	1,72 ^{ns}	1,66	1,71	1,66	6,16
0,10 - 0,20	1,66 AB	1,62 AB	1,67 A	1,58 B	5,03	1,77 AB	1,75 AB	1,79 A	1,73 B	2,14
-----Porosidade total (m ³ m ⁻³) #-----										
0,00 - 0,05	0,46 ^{ns}	0,48	0,47	0,49	5,41	0,42 ^{ns}	0,42	0,42	0,41	5,18
0,05 - 0,10	0,40 B	0,44 A	0,43 AB	0,43 A	7,32	0,34 ^{ns}	0,36	0,34	0,36	11,55
0,10 - 0,20	0,37 AB	0,37 AB	0,35 B	0,39 A	7,42	0,32 AB	0,33 AB	0,31 B	0,33 A	4,54
-----Resistência do solo à penetração (MPa) #-----										
0,00 - 0,05	1,57 A	1,46 B	1,02 BC	0,95 C	26,63	2,23 ^{ns}	2,06	2,35	2,07	23,84
0,05 - 0,10	2,52 A	1,81 B	1,62 B	1,32 B	29,59	4,76 A	3,02 BC	4,42 AB	2,69 C	28,80
0,10 - 0,20	2,66 AB	2,54 B	3,16 A	2,72 AB	18,50	5,58 A	3,88 B	5,57 A	4,50 AB	19,32
-----Produtividade de grãos (Mg ha ⁻¹)-----										
Aspersão ⁽²⁾	3,64 ab	4,11 ^{ns}	3,77 ^{ns}	3,67 ^{ns}		4,03 bB	5,31 aA	5,03 aA	4,56 aA	
Faixas	4,01 a	4,15	3,85	3,76	9,49	5,09 a	4,93 a	5,17 a	5,07 a	8,99
Não irrigado	3,15 b	3,77	3,60	3,74		3,37 bB	4,04 bA	3,42 bAB	3,54 bAB	

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade. # Não houve interação entre os fatores e diferenças no fator manejo de irrigação (não apresentados).

A resistência a penetração mecânica, no preparo convencional foi superior em relação aos demais tratamentos nas camadas de 0,0 - 0,05 e 0,05 - 0,10 m (2016/17). Nos resultados obtidos no ano agrícola 2017/18, observou-se uma tendência similar, porém, com valores médios maiores que 2 Mpa também na camada de 0,05 - 0,10 m, enquanto no primeiro experimento, somente na última camada os manejos ultrapassaram esse valor. A maior resistência a penetração mecânica está associada na maioria das vezes ao aumento da densidade do solo, pois ocorre uma aproximação das partículas do solo e a redução do espaço poroso, provocando um maior atrito entre as partículas do solo (ASSIS et al., 2010). Valores de resistência a penetração mecânica superiores a 2 Mpa são considerados restritivos para o crescimento radicular (TAYLOR et al., 1966). No entanto, as consequências de altos valores dessa variável para as plantas são dependentes do estágio de desenvolvimento da cultura e do tempo em que a planta fica submetida a esse estresse (BENGOUGH et al., 2006).

Para a produtividade grãos de soja houve interação entre os fatores em estudo. A menor produtividade de grãos para o preparo convencional (2016/17) pode ser explicada pela maior densidade do solo e resistência mecânica a penetração. Outro fator, diz respeito às irrigações realizadas por faixa evitaram a ocorrência de períodos de baixo conteúdo de água no solo desse tratamento. O preparo convencional irrigado por aspersão teve a mesma produtividade de grãos do que os “não irrigados”, em ambos experimentos. Esses resultados podem estar relacionados a menor infiltração de água no solo, pelo adensamento próximo a 0,1 m, e tenha ocasionando perdas por escoamento superficial e não aproveitada pela cultura. A taxa de infiltração reduzida é o principal limitante para utilizar a irrigação por aspersão em terras baixas. Dessa forma, antes de se recomendar a adoção do método, deve-se avaliar a condição física do solo. Utilizando a irrigação por aspersão nos tratamentos semeadura direta e semeadura direta com camalhão os resultados foram semelhantes aos encontrados na irrigação por faixas. O tratamento sem irrigação na semeadura direta (2017/18) resultou em incremento de produtividade de grãos em 20%, em relação ao preparo convencional. Os manejos semeadura direta, preparo convencional com camalhão e semeadura direta com camalhão, quando irrigados, também proporcionaram maior produtividade de grãos, alcançando produtividade média de 5,01 Mg ha⁻¹, enquanto naqueles não irrigados, a produtividade foi 3,67 Mg ha⁻¹. Dessa forma, com maiores períodos sem chuvas (2017/18), demandou maior número de irrigações, aumentando a produtividade de grãos em 37%.

CONCLUSÃO

O manejo do solo com preparo convencional aumenta a resistência do solo à penetração mecânica próximo a 0,1 m de profundidade em solos de terras baixas,

A irrigação na cultura da soja em áreas de terras baixas aumenta em 36% a produtividade de grãos, em anos de distribuição irregular de chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. [FAO]. Irrigation and Drainage Paper Nº 56 Crop Evapotranspiration. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. v.6, p.156, 1998.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013.
- ASSIS, R. L. et al. Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água. **Engenharia Agrícola**. V.29, p. 558-568, 2010.
- BENGOUGH, A. G. et al. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.2, p.437–447, 2006.
- BEUTLER, A. N. et al. Propriedades físicas do solo e produtividade de arroz irrigado em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n.5, p.1601–1607, 2012.
- Denardin, L. G. 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.
- FERREIRA, E. B. et al. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v.5, p.2952–2958, 2014.
- GIACOMELI, R. et al. Physical Properties and Crop Management for Corn in an Albaqualf. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, p. 1–14, 2017.
- MARCOLIN, C. D.; KLEIN, V.A. Determinação da densidade relativa do solo por uma função de pedotransferência para a densidade do solo máxima. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, p.349-354, 2011.
- REICHERT, J. M., et al. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n.3, p.310-319, 2009.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5º edição ed. Brasília: Embrapa, 2018.
- SARTORI, G. M. S. et al. Soybean Tillage Systems and Physical Changes in Surface Layers of Two Albaqualf Soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, p.1–15, 2016.
- TAYLOR, H. M et al. Soil strength-root penetration relations for medium- to coarse-textured soil materials. **Soil Science**. v.102, p. 18–22, 1966.
- Pinto, M.A.B., Parfitt, J.M.B., Timm, L.C., Faria, L.C., Scivittaro, W.B., 2016. Produtividade de arroz irrigado por aspersão em terras baixas em função da disponibilidade de água e de atributos do solo. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 51, 1584–1593