



Capacidade adaptativa e a resiliência dos sistemas de produção agrícola com o implemento do camalhão em áreas de arroz irrigado do Rio Grande do Sul

Lilia Sichmann Heiffig del Aguila¹; Vagner Scouto²; Sabrina Moncks da Silva²; Ana Carolina de Oliveira Alves²; Bruna Regina Souza Alves² Shamily Rodrigues Vasques³; Vanessa de Avila Soares³

¹Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. E-mail: lilia.sichmann@embrapa.br

²Acadêmicos do Curso de Agronomia; Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

³Estudantes do Curso Técnico Agropecuário, IFSul/CAVG – Campus Visconde da Graça, Pelotas/RS.

INTRODUÇÃO

A metade Sul do Rio Grande do Sul (RS) apresenta resultados desfavoráveis na agricultura, baseada preponderantemente no binômio arroz irrigado/pecuária, que a metade Norte do Estado. Algumas razões para o desempenho insatisfatório da metade Sul relacionam-se à vasta extensão de planícies mal drenadas (solos hidromórficos), bem como outros atributos físicos e químicos do solo adversos à implementação de uma agricultura diversificada, dificultando a otimização da produtividade das culturas e da pecuária. Também, o clima desta região interfere nestes resultados. Na maior parte dos anos, a frequência e a intensidade das chuvas no período do desenvolvimento da soja, que ocorre entre novembro e março no Rio Grande do Sul, são insuficientes para que a cultura manifeste seu potencial produtivo (MATZENAUER et al., 2002).

As áreas de solos hidromórficos ou terras baixas do Rio Grande do Sul abrangem cerca de 4 milhões de hectares aptos à agricultura, e apresentam grande importância econômica e social, entretanto predomina o monocultivo no verão do arroz irrigado por inundação contínua (STEINMETZ & BRAGA, 2001). No período entre o outono e a primavera, a área pode permanecer em pousio, com estabelecimento de vegetação espontânea, ou então ser semeada com espécies hibernais, para pousio ou para uso com bovinos de corte ou de leite (REIS, 1998; SILVA et al., 2015), o que se estende por dois anos ou mais. No estado, 3 milhões de hectares desses solos possuem infraestrutura de drenagem e irrigação implantadas para cultivo de arroz irrigado, e estima-se que em torno de 2 milhões de hectares desses solos tenham potencial de uso para o cultivo da soja (VEDELAGO, 2014). Diversas espécies estivais de importância econômica são testadas como alternativa ao arroz irrigado em terras baixas, com foco na diversificação do sistema produtivo nesse ambiente, sendo as principais alternativas o milho (BONOW et al., 2013), o sorgo (HEIFFIG-DEL AGUILA et al., 2013) para grão, corte/ pastejo ou para bioenergia, e a soja (VEDELAGO, 2014).

No entanto, o cultivo destas espécies em solos hidromórficos exige cuidados, como por exemplo, o manejo do solo visando a redução do adensamento e do estresse hídrico, para que o

desenvolvimento das raízes em profundidade seja pleno. A introdução do cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nestes solos de várzea da região sul do estado do Rio Grande do Sul, tem aumentado nos últimos anos, como alternativa de rotação de culturas para áreas de terras baixas, principalmente como medida de controle à incidência de pragas e plantas daninhas prejudiciais ao arroz. Para a implantação de outras culturas neste ambiente de várzea, tornou-se necessário a utilização de plantas que tolerem o encharcamento e práticas de manejo do solo que propicie uma drenagem eficaz. Embora seja um ambiente propício à cultura do arroz, a soja encontra dificuldades de adaptação a áreas com alto grau de encharcamento do solo, o que está relacionado às características físicas do solo, à dinâmica hídrica e à disponibilidade de nutrientes.

Os planossolos de Terras Baixas caracterizam-se por apresentar horizonte A superficial e horizonte B com capacidade de percolação muito baixa (VAHL & SOUZA, 2004). Devido a estas características, em épocas de chuva abundante o solo permanece coberto por lâmina de água por longos períodos (VEDELAGO, 2014), e em épocas mais secas o solo compactado apresenta baixa capacidade de armazenamento de água e sua resistência à penetração é alta (BAMBERG, 2007), prejudicando o sistema de raízes da soja. Para evitar os problemas advindos do excesso hídrico, predominante nestes solos ao longo do ano, são necessários sistemas de drenagem adequados e o aprimoramento de sistemas de preparo do solo que proporcionem a existência de faixas mais secas na lavoura, como os camalhões. O uso de camalhões é uma prática bastante difundida na Europa, principalmente para o cultivo de pastagens (SEVENHUIJSEN, 1994).

O sistema sulco/camalhão consiste na estruturação da lavoura para a irrigação por sulcos, obtendo-se, ao mesmo tempo, grande benefício em drenagem, com o cultivo sobre os camalhões formados entre os sulcos. É indicado para solos planos, com declividades uniformes, requerendo, geralmente, a sistematização do terreno. Assim, não basta pare se ter sucesso na lavoura e incrementos de produtividade alterar o sistema de preparo do solo, o manejo da cultura também deve ser considerado, assim que ajustes fitotécnicos devem ser avaliados.

Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo determinar o arranjo espacial de plantas de soja mais adequado para o sistema de preparo de solo em Camalhão, nestas áreas de Terras Baixas ou arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão/RS. O solo é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico, tipicamente utilizado no cultivo de arroz irrigado por inundação. Utilizou-se a cultivar BMX Icone RR, semeada em 15/11/2018. A fertilização do solo, tratos culturais e manejo da cultura seguiram as indicações técnicas vigentes para a soja no Sul do Brasil.

O delineamento experimental implantado foi em parcelas sub-subdivididas com 4 repetições por

tratamento, sendo os tratamentos listados: T1. Sulco/Camalhão - 230 mil plantas (pls.) ha⁻¹; T2. Sulco/Camalhão - 330 mil pls. ha⁻¹; T3. Sulco/Camalhão - 430 mil pls. ha⁻¹; T4. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 230 mil pls. ha⁻¹; T5. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 330 mil pls. ha⁻¹; T6. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 430 mil pls. ha⁻¹; T7. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 230 mil pls. ha⁻¹; T8. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 330 mil pls. ha⁻¹; T9. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 430 mil pls. ha⁻¹. Sobre os camalhões foram cultivadas duas linhas de soja espaçadas a 35 cm e o sulco entre camalhões distava 60 cm. As seguintes variáveis foram avaliadas: a) altura das plantas na maturação de colheita; b) altura de inserção da primeira vagem; c) nº de ramificações da haste principal; d) peso de grãos; e) número de grãos por planta; f) número de grãos por vagem; g) número vagens por planta; h) produtividade de grãos ajustada à umidade-padrão 13%. Exceto a produtividade de grãos, obtida a partir da colheita de toda a área útil das parcelas, as demais avaliações foram realizadas em amostras de 15 plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No sul do RS a safra 2018/2019 foi prejudicada pelas condições climáticas, em decorrência de estiagem, seguida de ocorrências de altos índices pluviométricos com períodos de encharcamento do solo. Essas condições impactaram o desempenho da cultura, em especial nos tratamentos sem camalhão, principalmente onde o espaçamento entre linhas era de 45 cm.

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os resultados das variáveis associadas a fenometria e componentes do rendimento. Houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos para o número total de vagens e número de grãos por planta, peso de grãos e produtividade de grãos.

Observou-se maior produtividade de grãos no tratamento sulco/camalhão na população de 330 mil plantas por ha (3002 kg ha⁻¹), enquanto a menor produtividade foi obtida quando a soja foi cultivada em solo plano e na população de 430 mil plantas por ha (1872 kg ha⁻¹). Considerando dados agrupados, a soja teve seu melhor desempenho quando cultivada em sulco-camalhão, independente da população de plantas. Estes resultados são coincidentes com os descritos por Silva et al. (2007) que citam que nas safras 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 ocorreram períodos de excesso e de déficit de umidade, condição comum na metade sul do Rio Grande do Sul, e que os rendimentos médios de grãos proporcionado pelo cultivo em camalhões foram em geral semelhantes ou superiores em relação aos obtidos nos sistemas convencionais irrigados.

Os resultados favoráveis ao cultivo de soja em camalhão reportado neste experimento tem uma base lógica de certo modo previsível. Inicialmente, pode-se citar que a redução da umidade do solo a partir do ponto de saturação é mais rápida no camalhão do que em solo plano, o que

proporciona uma mais rápida aeração do solo e menor estresse por encharcamento, já a partir de 24 horas após chuvas intensas ou irrigações por banhos. Além disso, dada a facilidade de adensamento dos planossolos, a formação dos camalhões geralmente proporciona uma menor densidade do solo na zona radicular da soja, quando comparado aos cultivos convencionais em solo plano. Este é um grande benefício proporcionado pelo método, uma vez que altas densidades reduzem a macroporosidade, responsável pela aeração do solo (espaço aéreo), provocando drástica redução na difusão de oxigênio no solo, e afetando negativamente os cultivos de sequeiro (SILVA et al., 2007).

Tabela 1. Valores médios para variáveis de fenometria de soja BMX Icone RR cultivada em sulco camalhão ou preparo convencional, e diferentes arranjos espaciais de plantas. Capão do Leão-RS, 2019

Trat.	Altura (cm)	Alt. Ins. 1ª vag. (cm)	Nº Ramific.	Nº vag. c/ 1	Nº vag. c/ 2	Nº vag. c/ 3	Nº vag. Total
T1	101,7 a	25,7 a	2,5 a	3,6 a	26,7 a	18,0 a	49,0 ab
T2	104,4 a	29,2 a	2,0 a	2,1 ab	19,4 a	14,9 a	37,1 ab
T3	111,1 a	26,5 a	2,7 a	3,5 a	26,7 a	19,4 a	50,9 a
T4	96,6 a	26,3 a	2,0 a	1,9 ab	17,3 a	11,6 a	31,6 b
T5	102,1 a	28,9 a	1,8 a	2,6 ab	17,7 a	12,4 a	33,1 ab
T6	93,9 a	28,0 a	2,3 a	2,0 ab	17,9 a	10,6 a	31,2 b
T7	81,4 a	23,0 a	3,1 a	1,6 b	18,4 a	15,4 a	36,2 ab
T8	91,3 a	25,8 a	2,8 a	1,5 b	18,4 a	19,0 a	40,1 ab
T9	77,5 a	22,5 a	3,3 a	1,6 b	19,4 a	14,1 a	36,0 ab
CV (%)	16,2	14,0	31,8	35,5	20,5	25,3	21,2

T1. Sulco/Camalhão - 230 mil plantas (pls.) ha⁻¹; T2. Sulco/Camalhão - 330 mil pls. ha⁻¹; T3. Sulco/Camalhão - 430 mil pls. ha⁻¹; T4. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 230 mil pls. ha⁻¹; T5. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 330 mil pls. ha⁻¹; T6. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 430 mil pls. ha⁻¹; T7. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 230 mil pls. ha⁻¹; T8. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 330 mil pls. ha⁻¹; T9. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 430 mil pls. ha⁻¹. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 2. Valores médios para variáveis nº e peso de grãos por planta e produtividade de grãos para a cv. BMX Icone RR cultivada em sulco camalhão ou preparo convencional, e diferentes arranjos espaciais de plantas. Capão do Leão-RS, 2019

Trat.	Nº grãos Total	Peso de grãos (g)	Produtividade de Grãos (13%) kg/ha
T1	97,8 a	17,48 ab	2811,0 ab
T2	75,3 ab	13,42 a c	3002,1 a
T3	101,0 a	18,46 a	2839,4 ab
T4	58,5 b	9,98 c	2161,2 ab
T5	64,7 ab	11,79 bc	2281,3 ab
T6	58,5 b	9,68 c	2540,8 ab
T7	71,0 ab	12,35 a c	1888,4 ab
T8	76,7 ab	13,14 a c	1948,3 ab
T9	68,3 ab	12,09 a c	1872,2 b
CV (%)	21,2	21,1	19,8

T1. Sulco/Camalhão - 230 mil plantas (pls.) ha⁻¹; T2. Sulco/Camalhão - 330 mil pls. ha⁻¹; T3. Sulco/Camalhão - 430 mil pls. ha⁻¹; T4. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 230 mil pls. ha⁻¹; T5. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 330 mil pls. ha⁻¹; T6. Preparo Convencional / Espaçamento de 35 cm entre linhas - 430 mil pls. ha⁻¹; T7. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 230 mil pls. ha⁻¹; T8. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 330 mil pls. ha⁻¹; T9. Preparo Convencional / Espaçamento de 45 cm entre linhas - 430 mil pls. ha⁻¹. Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÃO

A conjugação camalhão e população de 330 mil plantas propiciou a melhor produtividade agrícola nas condições avaliadas. O cultivo de soja em camalhão pode proporcionar maior produtividade de grãos de soja quando comparado ao sistema convencional ou sem camalhão, principalmente em decorrência das adversidades climáticas, aumentando a capacidade adaptativa e a resiliência dos sistemas de produção agrícola nas áreas de terras baixas, com maior impacto econômico projetado e relevância para a segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

- BAMBERG, A.L. Avaliação da densidade de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo ao longo do tempo através da tomografia computadorizada. 2007, 98f. Dissertação - (Mestrado em Agronomia), Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, RS.
- BONOW, J.F.L.; THEISEN, G.; XAVIER, F.M. Milho cultivado em Terras Baixas em sistema de camalhões de base larga: resultado de seis safras. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58., 2013, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 1 CD-ROM.
- HEIFFIG-DEL AGUILA, L.S.; EMYGDIO, B.M.; GEHLING, R.K.; DURLACHER, K.S.; FACCHINELLO, P.H.K.; BARROS, L.M. Determinação da melhor população de plantas no espaçamento 0,5m para cultivares de sorgo sacarino adaptadas ao Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 58., 2013, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 1 CD-ROM.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MALUF, J.R.T.; BARNI, N.A.; BUENO, A.C.; DIDONE, I.A.; ANJOS, C.S.; MACHADO, F.A.; SAMPAIO, M.R. Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105p. (Boletim FEPAGRO, 10).
- REIS, J.C.L. Pastagens em Terras Baixas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1998. 34 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 7).
- SILVA, C.A.S.; PARFITT, J.M.B.; THEISEN, G.; PEREIRA, M.R. Sistema sulco/camalhão para culturas em rotação ao arroz em áreas de várzeas do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 14 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 54).
- SILVA, C.A.S.; THEISEN, G.; PARFITT, J.M.B.; SILVA, J.J.C.; POHLMANN, N.F.; CARVALHO, E.N.; SEGABINAZI, D.R. Sistema sulco/camalhão para irrigação e drenagem em áreas de várzea. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 165).
- SILVA, J.L.S.; SANTOS, D.T.; VIEIRA, P.C.; PILLON, C.N. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Porto Alegre: Comitê Gestor Estadual da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, 2015. (Boletim Técnico, Plano ABC).
- STEINMETZ, S.; BRAGA, H.J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 9, n. 3, p. 429-438, 2001.
- SEVENHUIJSEN, R.J. Surface drainage systems. In: RITZEMA, H.P. [Ed.]. Drainage principles and applications. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1994. p.799-826.
- VAHL, L.C.; SOUZA, R.O. Aspectos físico-químicos de solos alagados. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (Eds.) Arroz irrigado no sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.97-118.
- VEDELAGO, A. Adubação para a soja em Terras Baixas drenadas do Rio Grande do Sul. 83f, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.