

ESTRATÉGIAS DE DESCOMPACTAÇÃO DE SOLOS HIDROMÓRFICOS CULTIVADOS COM SOJA

Pablo Gerzson Badinelli¹; Darci Francisco Uhry Junior¹; Francisco Alexandre de Moraes²; Júlio Kuhn da Trindade²; Érika Menegat³; David Lemos³; Renato Levien⁴; Getulio Coutinho Figueiredo⁴; Michael Mazurana⁴.

Palavras-chave: Desenvolvimento, produtividade, rotação de culturas, escarificação.

INTRODUÇÃO

O aumento das áreas de cultivo com soja em solos hidromórficos tem sido motivado pelo manejo da resistência de plantas daninhas, necessidade de redução de custos e oportunidade econômica no sistema de produção orizícola. A área de soja em rotação com arroz irrigado na safra 2018/2019 foi de 320.000 ha (IRGA, 2019).

Os solos em condições de hidromorfismo ocorrem em topografia plana, associada a um perfil pouco profundo e de baixa permeabilidade, o que resulta em drenagem natural deficiente (PAULETTO et al., 1999). A estes fatores pode soma-se a compactação, em que valores de resistência mecânica do solo à penetração acima de 2.000 kPa são considerados críticos ao desenvolvimento do sistema radicular de várias culturas (TAYLOR et al., 1966).

Aumentos do estado de compactação do solo pode afetar negativamente o arranjo estrutural do solo, causando prejuízos à porosidade, difusão de gases, infiltração e armazenamento de água no solo (TAYLOR & BRAR., 1991). Tais mudanças podem ser deletérias ao ambiente radicular e acarretar em menor crescimento de raízes bem como sua concentração em camadas mais rasas do solo, restringindo o volume explorado pelas plantas em busca de água, ar e nutrientes, os quais poderiam ser exportados para sua parte aérea.

A adoção de práticas mecânicas de descompactação do solo é uma forma de mitigar os efeitos da compactação e se dá pelo rompimento da camada de solo mais densa. Para escolha do tipo de mecanismos descompactadores é importante considerar a textura e a densidade de solo, a identificação da camada de solo mais densa, a frequência das operações requeridas para tal e seu custo energético (KOCHHANN et al., 2000).

Com a melhoria das condições do ambiente de desenvolvimento radicular, há maior aporte de água e nutrientes para o desenvolvimento do aparato fotossintético da planta. Com o aumento do índice de área foliar (IAF), ocorre o aumento da interceptação da radiação luminosa. Logo, com mais fotoassimilados, maior será a taxa de crescimento em condições ambientais favoráveis (BROWN & BLASER., 1968).

A clorofila funciona como fotorreceptor na fotossíntese e seu teor nas folhas está diretamente ligado à disponibilidade de nitrogênio (N₂). Esse N₂ é fruto da simbiose entre *Bradyrhizobium* e as raízes da soja, que pode ser influenciada por condições ambientais limitantes à fixação de N₂, como a hipóxia causada pelo excesso de umidade ou a compactação do solo (MARSCHNER, 1995).

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o impacto do uso de diferentes mecanismos de descompactação em solo hidromórfico no desenvolvimento da parte aérea das plantas e no rendimento de grãos de soja.

¹ Eng. agr., Msc., IRGA/Estação Experimental do Arroz/EAA/IRGA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, n° 1494 – Bairro: Carlos Wilkens- CEP: 94930-030 - Cachoeirinha /RS, fone: (51) 3470-0600, e-mail: pablo-badinelli@irga.rs.gov.br.

² Eng. agr. Dr. IRGA/ Estação experimental do Arroz /EAA/IRGA.

³ Acadêmico de Agronomia., ULBRA/Canoas.

⁴ Eng. agr., Dr., Professor. UFRGS- Curso de Pós-Graduação em Ciência do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Arroz, do Instituto Rio Grandense do Arroz-IRGA, em Cachoeirinha-RS, durante a safra 2018/2019. O solo da área experimental foi classificado como Gleissolo Háplico, conforme os critérios de enquadramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Santos et al. 2018). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram: **SD/SH** - (Sem escarificação e sem haste sulcadora), **SD/CH** - (Sem escarificação e com haste sulcadora), **CD/SH** (Com escarificação e sem haste sulcadora) e **CD/CH** (Com escarificação e com haste sulcadora) e foram instalados no dia 12/11/2018, sendo a semeadura realizada no mesmo dia com Semeadura KF – Hyper Plus – seis linhas. A profundidade útil de trabalho da haste sulcadora foi de 15 cm e da haste escarificadora, foi de 30 cm.

A cultivar de soja utilizada foi a BS IRGA 1642 IPRO, com espaçamento entre linhas de 50 cm. A densidade de semeadura foi de 12 sementes por metro linear. O manejo fitossanitário e de correção e fertilidade do solo foi segundo “Soja 6000 - Manejo para altas produtividades em terras baixas” (IRGA 2018). Após a semeadura foi avaliada a resistência mecânica do solo à penetração (RP). Para tanto, foi utilizado o Medidor Automatizado de Compactação do Solo, Marca: Flaker, Modelo: SoloTrack, com cone tipo 2, com 40 leituras por parcela. Foram determinadas a umidade e a densidade do solo (0-40 cm) no momento das medições da RP, sendo coletados anéis volumétricos de 123 cm³ a cada 5 cm de profundidade/parcela no espaço entre as linhas de cultivo. O índice de clorofila foliar (ICF) é um valor relativo do conteúdo de clorofila, baseado em correlações de absorvância e reflectância e foi determinado pelo equipamento marca: Falker e modelo: ClorofiLog®, com 10 leituras por parcela. A interceptação luminosa e o índice de área foliar foram determinados nos estádios R1 e R5 (Ferh & Caviness., 1977), pelo equipamento Ceptometro - marca: Decagon e modelo: Accupar LP-80, com 40 leituras por parcela.

A parcela experimental era de 12 m x 12 m, com profundidade de semeadura de 5,0 cm. Para determinação do rendimento de grãos foram colhidas três sub amostras (1,5 m x 10 m), que compuseram uma amostra composta representativa de uma área de 45 m² por parcela.

Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SAS versão 9.0 (SAS INSTITUTE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos CD/SH e CD/CH foram mais eficientes no rompimento da camada compactada até 25 cm de profundidade (Figura 1). Já os tratamentos SD/SH e SD/CH atingiram o limite de RP = 2.000 kPa aos 10 cm de profundidade. Nestas condições, o desenvolvimento de raízes fica limitado e dificulta a planta em explorar um maior perfil de solo devido à compactação mais expressiva já a partir dos 10 cm de profundidade do solo. Ademais, em tal estado de compactação, ocorre baixo aporte de ar, água e nutrientes, como N₂ (Nitrogênio), P (fósforo), Ca (cálcio) e Mg (Magnésio), na rizosfera, favorecendo efeitos deletérios sobre o desenvolvimento da parte aérea das plantas.

O rompimento da camada de solo mais compactada pela escarificação melhorou o ambiente radicular e teve impacto no desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja, como podem ser observadas pelas respostas de IAF, IL (Interceptação luminosa) e ICF (Tabela 1). Nos tratamentos CD/CH e CD/SH houve maiores valores de ICF no estágio R5, comparativamente aos constatados no SD/SH e SD/CH. O maior ICF pode ratificar que a escarificação melhorou o ambiente radicular que, por sua vez, oportunizou as condições para a fixação biológica, levando

ao maior aporte de nitrogênio. Essas condições afetaram positivamente o crescimento radicular e, assim, determinaram maior aporte de Mg, devido a maior área de solo explorada (AMARANTE et al., 2007), pois N₂ e Mg compõem as moléculas de clorofila.

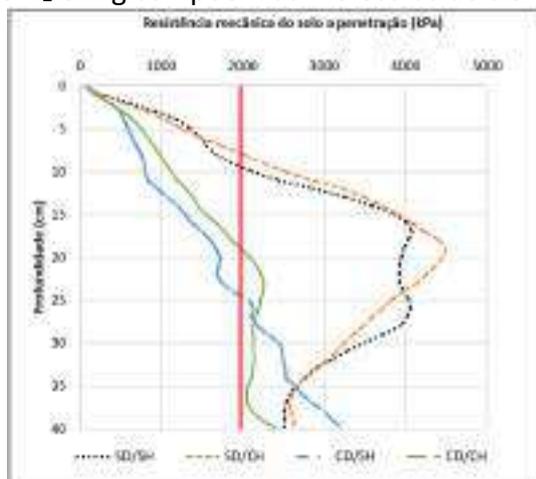


Figura 1. Resistência mecânica do solo à penetração, em função de mecanismos de descompactação do solo com o comportamento dos quatro tratamentos. A linha vermelha vertical indica RP de 2000 kPa, condição limitante ao desenvolvimento radicular de várias culturas. Tratamentos: SD/SH - Sem Escarificação e sem haste sulcadora), SD/CH - (Sem escarificação e com haste sulcadora), CD/SH (Com escarificação e sem haste sulcadora) e CD/CH (Com escarificação e com haste sulcadora).

O maior ICF proporciona maior assimilação de energia fotossinteticamente ativa, produzindo mais fotoassimilados e, logo, maior é o investimento da planta em acúmulo de biomassa e área foliar, como observado na resposta do IAF (Tabela 1). A soja necessita de IAF_(máximo), para atingir 6000 kg.ha⁻¹, entre 6,0 e 6,5, para as cultivares modernas, independentemente de hábito de crescimento (DUARTE JUNIOR et al., 2018). Nesse sentido, os tratamentos em que houve escarificação apresentaram valores de IAF próximos ao preconizado para altas produtividades (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa (IL) nos estádios de desenvolvimento da soja nos estádios R1 e R5, índice de clorofila foliar (ICF) pelo *ClorofiLog* em R5, umidade volumétrica (θ_v) e densidade do solo (Ds) em um solo hidromórfico-Cachoerinha, 2019.

TRATAMENTOS ³	IAF		IL (%)		ICF	θ_v	Ds
	R1	R5	R1	R5	R5	cm ³ .cm ⁻³	g.cm ⁻³
SD/SH	4,0 C ¹	4,4 B	81,3 C	91,4 B	33,8 B	12,6	1,8 A
SD/CH	4,6 BC ¹	4,4 B	84,5 BC	90,7 B	36,7 B	12,4	1,8 A
CD/SH	5,9 AB	5,9 A	89,3 AB	96,1 A	38,8 A	12,4	1,7 B
CD/CH	7,1 A	6,5 A	94,3 A	96,8 A	39,1 A	12,4	1,7 B
Pr > F	0,0009	<0,0001	0,0046	<0,0001	0,0071	0,4425	0,0050
CV (%) ²	13,49	7,06	3,50	0,97	3,25	8,18	2,52

^{1/} Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ^{2/} CV, coeficiente de variação.

^{3/} Tratamentos: SD/SH - (Sem escarificação e sem haste sulcadora), SD/CH - (Sem escarificação e com haste sulcadora), CD/SH (Com escarificação e sem haste sulcadora) e CD/CH (Com escarificação e com haste sulcadora).

O rendimento de grãos variou em função dos mecanismos de descompactação (Figura 2). Em relação ao tratamento testemunha (SD/SH) o rendimento de grãos aumentou em 24,2% e 27,3% quando se utilizou o CD/SH e CD/CH. A utilização somente da haste sulcadora (SD/CH) não resultou em benefício em termos de desenvolvimento de dossel e de rendimento de grãos em relação ao tratamento testemunha (SD/SH). Essa resposta do rendimento de grãos foi similar ao padrão de resposta obtida para os parâmetros de avaliação do dossel da cultura (Tabela 1).

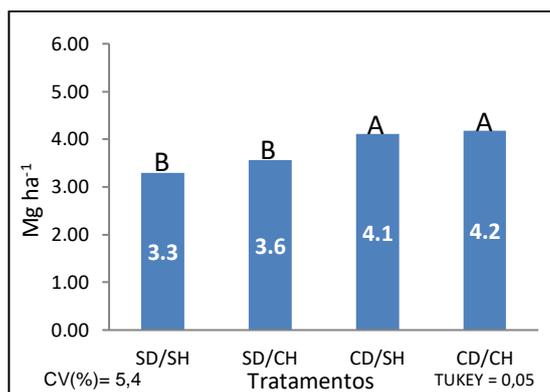


Figura 1. Rendimento de grãos de soja em solo hidromórfico nos tratamentos: SD/SH - (Sem escarificação e sem haste sulcadora), SD/CH - (Sem escarificação e com haste sulcadora), CD/SH (Com escarificação e sem haste sulcadora) e CD/CH (Com escarificação e com haste sulcadora). Cachoeirinha/RS.

CONCLUSÃO

A descompactação do solo até 25 cm de profundidade, realizada no dia da semeadura da soja, é efetiva com uso do escarificador, já que melhora o desenvolvimento da planta e resulta em maior rendimentos de grãos de soja cultivada em solo hidromórfico.

O uso da haste sulcadora em solo com alta resistência mecânica à penetração não é uma estratégia eficiente na descompactação do solo.

Os parâmetros índice de área foliar, interceptação luminosa e índice de clorofila foliar apresentam comportamento de resposta similar ao do rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, L.; COLARES, D.S.; OLIVEIRA, I.L.; BADINELLI, P.G.; BERNARDI, E. Teores de clorofilas em soja associada simbioticamente com diferentes estirpes de *Bradyrhizobium* sob alagamento. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 906 - 908, 2007.
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. *Herbage Abstracts*, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
- DUARTE JUNIOR., et al.; Índice de área foliar de soja necessário para produzir 100 sacas por hectare. VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Goiânia, GO, p. 238-240, junho, 2018.
- FEHR, W.R & CAVINESS, C.E.; **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p.11, 1977.
- IRGA. Política Setorial, Evolução da área e produtividade da soja em rotação com arroz irrigado, 2019.
- IRGA. **Soja 6000, Manejo para alta produtividade em terras baixas** – 2°. ed., Porto Alegre; 2018.
- KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E.; SER TON, A.L. Compactação e descompactação de solos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 20p. (Embrapa Trigo. Documentos, 19).
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London, Academic Press, p. 508-536, 1995.
- PAULETTO, E. A.; GOMES A. da S.; SOUSA, R. O.; PETRINI, J. A. Manejo de solos de várzea. In: GOMES A. da S, PAULETTO, E. A., eds., Manejo do solo e da água em áreas de várzea. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. P.61-87
- SANTOS, H.G.; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5th ed., Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), p.590; 2018.
- TAYLOR, H.M. & BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research.*, v. 19, p. 111-119, 1991.
- TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M.; PARKER, J. J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textural soil materials. *Soils Science*, v. 102, p. 18-22, 1966.