



PROFUNDIDADE DE RAÍZES DE MILHO SAFRINHA EM SUCESSÃO COM SOJA EM TRÊS SISTEMAS DE CULTIVOS NO NORTE DO PARANÁ

Evandro João Rodrigues⁽¹⁾, Paulo Henrique Caramori⁽²⁾, Heverly Moraes⁽²⁾ e Rodolfo Bianco⁽²⁾

1. Introdução

O estudo do sistema radicular do milho é importante para identificar quais fatores devem ser considerados na implantação da lavoura, para alcançar altas produtividades e maior tolerância ao estresse hídrico.

O sistema de cultivo do milho safrinha no norte do Paraná geralmente é feito por semeadura direta, quase exclusivamente em sucessão à cultura da soja. Nesse sistema, em geral quando o solo sofre compactação é realizado o preparo convencional ou a sua escarificação para romper a camada de impedimento. As modificações causadas pelos sistemas de manejo podem ocasionar diferentes níveis de compactação, influenciando no desenvolvimento radicular (Freddi et al., 2007). Em condições de campo, na maioria das áreas de plantio direto sem manejo adequado verifica-se uma camada de maior compactação localizada entre 0,1 a 0,2 m de profundidade (Franchini et al., 2011).

A compactação do solo até determinados valores não limita o comprimento e área radicular (Rossetti & Centurion, 2017). Entretanto, segundo Bergamin et al. (2010) e Labegalini et al. (2016), tanto o crescimento aéreo como o crescimento radicular são limitados por solos mais compactados. São reflexos deixados pelo uso da semeadura direta feita fora de seus princípios básicos, ocasionando alterações químicas, físicas e biológicas no sistema de sucessão, prejudicando assim a sustentabilidade das lavouras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do sistema radicular do milho em semeadura direta, preparo de solo escarificado e convencional, em um Latossolo com dez anos de sucessão soja e milho safrinha.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Primeiro de Maio, nas seguintes coordenadas: 22° 87' 50" S, 51° 06' 43" W e altitude de 410 m. O solo é classificado como

⁽¹⁾Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina - PR. E-mail: evandro_agro@hotmail.com

⁽²⁾Engenheiro(a) Agrônomo(a), Dr.(a), Pesquisador(a) do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina – PR. E-mails: caramori@iapar.br; heverly@iapar.br; rbianco@iapar.br





Latossolo Vermelho Distroférico típico - LVdf (Embrapa, 2006) e de textura argilosa. O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido), pela classificação de Köppen. Os valores de precipitação durante o ciclo da cultura na área do experimento estão na Figura 1.

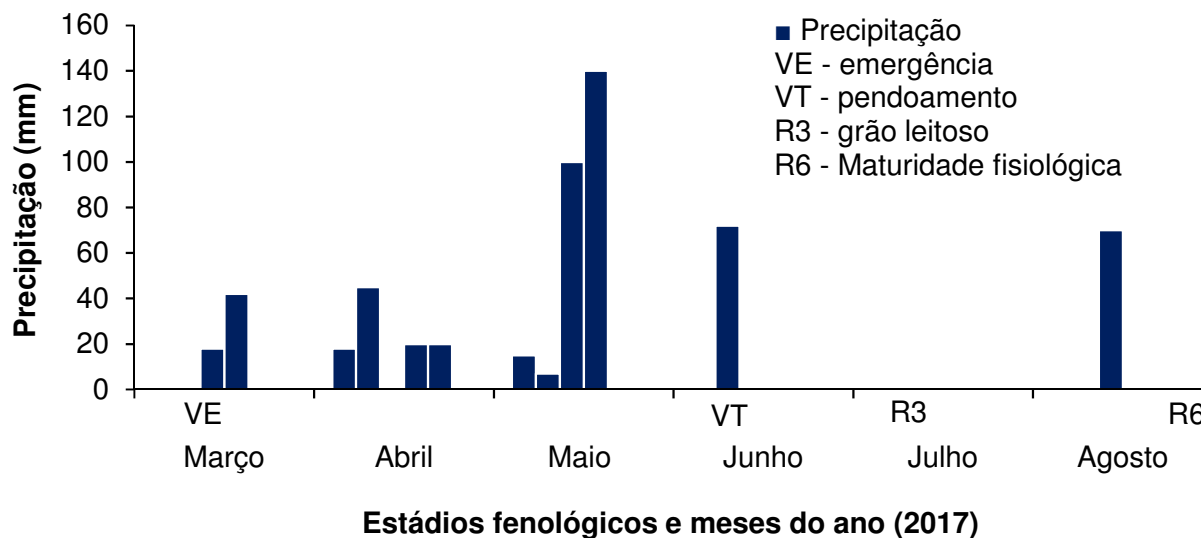


Figura 1. Precipitação acumulada por decêndios na área experimental, de março a agosto.

O estudo foi realizado em uma área com 10 anos de semeadura direta em sucessão soja/milho safrinha. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: semeadura direta; semeadura após preparo escarificado realizando apenas uma operação com um escarificador de sete hastes, com discos de corte e rolo destorroador; e semeadura após preparo convencional, em que foram feitas duas gradagens com grade pesada e, posteriormente, com grade niveladora. Como a janela de cultivo da cultura da soja para o milho safrinha é curta, as operações de preparo de solo foram realizadas em outubro de 2016, antes da semeadura da soja.

O híbrido utilizado foi o Status Viptera 3 (Híbrido Simples). A semeadura foi efetuada no dia 11/03/2017. O espaçamento foi de 0,8 m entre linhas, com cinco plantas por metro linear e população de 62.500 plantas ha⁻¹. Para todos os tratamentos foram aplicados 178 kg ha⁻¹ do formulado NPK 10-15-15, e aos 25 dias após emergência 100 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. Os tratos culturais, como manejo de plantas invasoras e insetos, foram realizados conforme as recomendações agronômicas.

Foram realizadas análises químicas do solo em profundidade para verificar se os fatores químicos poderiam limitar o crescimento de raízes nos tratamentos (Tabela 1).



Tabela 1. Análise química do solo a cada 0,2 m, até a profundidade que foram encontradas raízes.

Prof. (m)	---- Semeadura direta ----			----- Escarificador -----			- Preparo convencional -		
	pH	Al	V	pH	Al	V	pH	Al	V
		cmol _c dm ⁻³	(%)		cmol _c dm ⁻³	(%)		cmol _c dm ⁻³	(%)
0,0-0,2	6,2	0,0	87,5	5,4	0,0	74,1	5,6	0,0	82,9
0,2-0,4	6,1	0,0	80,2	5,7	0,0	77,6	5,8	0,0	80,7
0,4-0,6	6,0	0,0	78,8	5,9	0,0	80,6	5,9	0,0	79,7
0,6-0,8	5,9	0,0	77,3	5,9	0,0	78,3	5,9	0,0	77,8
0,8-1,0	-	-	-	-	-	-	6,0	0,0	82,0

Prof.: profundidade; V: saturação por bases.

Para extrair as raízes foram abertas quatro trincheiras ao acaso em cada tratamento, na fase de grão leitoso (R3), até a profundidade de 1,1 m (profundidade máxima em que se encontrou raízes), usando um molde de 0,2 m de comprimento (representando 1 planta no metro linear) x 0,4 m de largura (centralizado na linha de semeadura). As coletas foram feitas por camadas de 0,1 m de profundidade. As raízes foram separadas manualmente em cada camada de solo e lavadas em fluxo de água contínuo, com auxílio de peneira de malha fina. Posteriormente foram secas à sombra por 48 h e acondicionadas em sacos de papel, para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até se obter o peso constante (Embrapa, 2009). A seguir as raízes adventícias foram retiradas, mantendo-se somente as fasciculadas, que são responsáveis pela absorção de água.

A medição de resistência à penetração de raízes foi feita com um penetrógrafo digital Falker modelo PLG1020, até uma profundidade de 0,6 m. Foram realizadas quatro medições em cada repetição de cada tratamento, obtendo-se um valor médio.

Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio de teste F a 5% de probabilidade. As comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do software STATISTICA.

3. Resultados e Discussão

Nos três sistemas de cultivo avaliados ocorreram diferenças estatisticamente significativas pelo teste de F a 5% de probabilidade em todos os parâmetros analisados (Tabela 2). As análises químicas destacando os valores de saturação por bases, pH e Al disponível, descartam quaisquer impedimentos de natureza química para o desenvolvimento do sistema radicular (Tabela 1).



Tabela 2. Profundidade do sistema radicular (PSR), massa seca de raiz total (MSRT), massa seca de raiz superficial na camada de 0-0,2 m (MSR SUP) e massa seca de raiz sub superficial de 0,2-1,1 m (MSR SUB), do milho safrinha em função do sistema de cultivo.

Tratamentos	PSR (m)	MSRT (g dm ⁻³)	MSR SUP (%)	MSR SUB (%)
Semeadura direta	0,5500 b	0,6209 b	97,2190 a	2,7808 c
Escarificador	0,8000 a	0,4263 b	82,4950 b	17,5050 b
Preparo convencional	0,9750 a	0,9809 a	70,9010 c	29,0990 a

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados dos tratamentos foram ocasionados pelas diferentes condições físicas do solo ocorridas nos sistemas de sucessão de culturas, conforme se observa na Tabela 3. No sistema de semeadura direta houve maior compactação nas camadas superficiais, e nas camadas sub superficiais em semeadura direta e escarificado, justificando menor aprofundamento e redução do desenvolvimento do sistema radicular nas camadas mais profundas do perfil do solo em relação ao preparo convencional. Estes resultados corroboram com os de Freddi et al. (2007), que também verificaram maior concentração radicular na camada de 0,0-0,1 m nos tratamentos com aumento da resistência a penetração a partir de 2,43 MPa nas camadas inferiores.

Tabela 3. Valores médios de resistência à penetração em áreas de sucessão soja-milho safrinha, sob semeadura direta, semeadura após preparo escarificado e semeadura após preparo convencional.

Profundidades	Semeadura direta	Escarificador	Preparo convencional
	----- MPa -----		
0,0-0,2 m	1,91	1,12	0,86
0,2-0,6 m	2,72	2,68	1,87

Franchini et al. (2011) também constataram que a compactação na camada de 0-0,2 m em sistemas de semeadura direta condicionou a maior concentração de raízes nas camadas superficiais. O revolvimento e quebra de impedimento da camada superficial possibilitou melhor distribuição e aprofundamento das raízes, conforme apresentado na Figura 2.

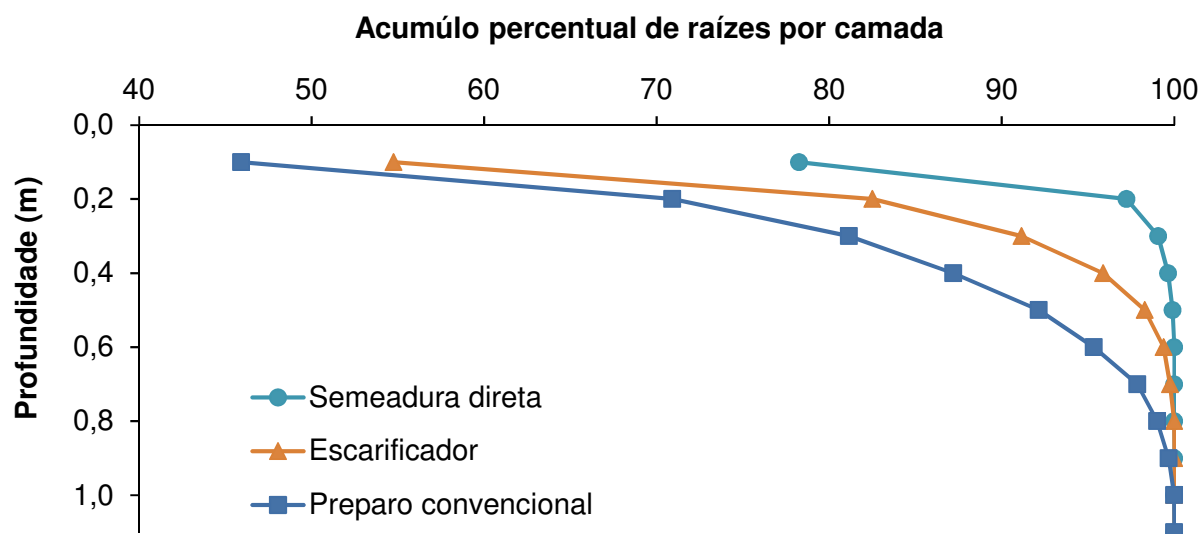


Figura 2. Acúmulo percentual de raízes de milho, por camada, em semeadura direta, semeadura após preparo escarificado e semeadura após preparo convencional.

Labegalini et al. (2016) observaram decréscimo linear do desenvolvimento da parte aérea e radicular com o aumento de compactação do solo até valores máximos de $1,5 \text{ kg dm}^{-3}$. Resultados contraditórios podem estar relacionados a variações climáticas e texturais, como os reportados por Rossetti & Centurion (2017), que não observaram redução no comprimento ou área do sistema radicular do milho em uma área de 10 anos de cultivo de sistema de semeadura direta, sob diferentes níveis de compactação.

Portanto, o sistema de semeadura direta avaliado neste trabalho mostra que a sucessão de culturas sem preocupação com o plantio direto de qualidade pode provocar efeito prejudicial ao desenvolvimento do sistema radicular da cultura do milho. Sob tais condições, a lavoura se torna mais vulnerável aos veranicos e tem sua capacidade de absorção de nutrientes reduzida, com reflexos negativos na produtividade.

4. Conclusões

O cultivo em semeadura direta na sucessão soja/milho safrinha apresentou maior compactação de solo, concentrando mais raízes nas camadas superficiais e resultando em menor aprofundamento do sistema radicular. Os solos com uso de revolvimento superficial propiciaram o desenvolvimento de sistema radicular mais profundo e melhor distribuído nas camadas, atingindo o dobro de comprimento do sistema de semeadura direta compactado.



Referências

BERGAMIN, A.C.; VITORINO, A.C.T.; LEMPP, B.; SOUZA, C.M.A.; SOUZA, F.R. Anatomia radicular de milho em solo compactado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.299-305, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. **Manual de Análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, 2009. 627p.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. p.52. (Documentos, 327).

FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG, v.31, n.4, p.627-636, 2007.

LABEGALINI, N.S.; BUCHELT, A.C.; ANDRADE, L.; OLIVEIRA, S.C.; CAMPOS, L.M. Desenvolvimento da cultura do milho sob efeitos de diferentes profundidades de compactação de solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.3, p.7-11, 2016.

ROSSETTI, K.V.; CENTURION, J.F. Indicadores de qualidade em Latossolos compactados e suas relações com o crescimento do sistema radicular do milho. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.11, n.3, p.181-190, 2017.

