PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM SISTEMAS DE SEMEADURA DIRETA

Isaac Gabriel Vicentin Tozzi (PIBIC/CNPq/FA/UEM), João Paulo Francisco. E-mail: jpfrancisco2@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Engenharia Agrícola/ Engenharia de água e solo

Palavras-chave: Densidade do solo, cobertura vegetal, engenharia de água e solo.

RESUMO

Projeções indicam necessidade de aumento de até 60% na produção agrícola mundial até 2050, colocando o Brasil em destaque pelo potencial produtivo. O estudo foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama (PR), comparando área de SSD consolidado com área submetida a preparo convencional, sob lâminas de irrigação de 125%, 100%, 75%, 50% e 0% da ETc, sendo a resistência à penetração medida até 0,60 m de profundidade e a densidade do solo avaliada em quatro sistemas de cobertura (milho, milho consorciado com braquiária, crotalária e feijão), dispostos em blocos casualizados. Os resultados mostraram que o SSD apresentou maior resistência à penetração que o preparo convencional, com limitação física próxima a 0,15 m que prejudicou o desenvolvimento radicular, enquanto o preparo convencional rompeu a camada compactada até 0,35 m, favorecendo maior absorção de água e nutrientes pelas plantas; entre os sistemas de cobertura, os tratamentos com milho consorciado com braquiária e com feijão apresentaram maior densidade do solo, resultado atribuído à maior concentração de raízes proporcionada por essas espécies. Conclui-se que o sistema de preparo convencional resultou em menores valores de resistência à penetração em comparação ao SSD, e que o cultivo com feijão apresentou maior densidade e menor porosidade do solo entre os tratamentos avaliados.

INTRODUÇÃO

Há pouco mais de uma década, pouco se discutia sobre a necessidade de aumentar a produtividade agrícola em escala global. Ao contrário, simulações com modelos computacionais de equilíbrio geral não apontavam relação entre aumento populacional e escassez de alimento, mas projetavam a manutenção ou a queda do consumo e dos preços das commodities (Chen *et al.,* 2025). Atualmente, a situação é inversa e os cenários para 2050 preocupam. O risco de insegurança alimentar torna-se inquietante ao se considerar as projeções de aumento populacional na faixa dos 30% e, em especial, que esse adicional de dois bilhões de pessoas viverão principalmente nos centros urbanos de países em desenvolvimento. Para que esse cenário não se concretize, será preciso aumentar a produção agrícola mundial em até 60% (MARIN et al., 2016). Esse cenário pessimista, contudo, coloca o Brasil em destaque, com potencial para atender boa parte da demanda projetada. Por outro lado, No Brasil, todos os setores produtivos que demandam terra, em

especial a agricultura, serão cada vez mais pressionados pela disputa do uso do solo. Sendo assim, a prática de sistema de semeadura direta com sucessão de culturas, pela inclusão de espécies com sistema radicular vigoroso e aportes diferenciados de matéria seca, pode proporcionar alterações das propriedades físicas, que resultam em aspectos positivos para produção e dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera. O Objetivo geral deste trabalho será avaliar a densidade do solo e resistência à penetração em sistema de semeadura direta.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área destinada ao desenvolvimento do projeto de pesquisa com a cultura da soja se encontra localizada na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, localizada no noroeste do Estado do Paraná e situado às coordenadas geográficas 23º 44´S de latitude e 53º 17´W de longitude, com altitude de 420 m. Para a condução do experimento, a área foi subdividida em duas parcelas contíguas pertencentes à mesma unidade física. Uma delas corresponde a um sistema de semeadura direta (SSD) consolidado, em uso há cinco anos, enquanto a outra foi submetida ao preparo convencional do solo para posterior implantação de um novo sistema de semeadura direta. As áreas receberam tratamentos de lâmina de irrigação que corresponderam a 125%, 100%, 75%, 50% e 0% da ETc, onde foram definidas com base na demanda hídrica da cultura em cada fase de desenvolvimento. Nestas áreas, apenas de maneira determinística foram realizadas avaliações de compactação com o penetrômetro FALKER PLG1020, tendo sido analisada a resistência à penetração até a camada de 0,60 m e intervalos de 0,01 m. Para obtenção dessa variável foram coletados, de forma aleatória, cinco pontos em cada tratamento avaliado após a colheita da soja cultivada na área experimental.

A densidade do solo foi obtida antes do cultivo de soja em quatro sistemas de cobertura, sendo eles: T1 - Cultivo de milho safrinha (*Zea mays*): após colheita do milho, a área permaneceu em pousio; T2 – Cultivo de milho em consórcio com braquiária (*Urochloa ruziziensis*) após colheita do milho, a área foi mantida com braquiária; T3 – Cultivo de crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth); T4 – Cultivo de feijão: (*Phaseolus vulgaris* L.). Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, adotando-se 4 blocos e quatro repetições por tratamento, dessa forma a área experimental apresentou 64 unidades experimentais. Cada unidade experimental possuiu dimensões de 4 × 3 m, total de 12 m^2. A semeadura do milho foi realizada com espaçamento de 0,45 m entre linhas, com total de três sementes por metro. A braquiária em consórcio com milho foi semeada com taxa de semeadura 5 kg ha^{-1}, enquanto no tratamento somente com braquiária foi adotada densidade de semeadura de 12 kg ha^{-1}. O feijão foi semeado em espaçamento de 0,45 cm com 13 plantas por metro e a crotalária com espaçamento entre linhas de 0,25 m e população de 25 plantas por metro.

Amostras indeformadas foram coletadas na profundidade de 0-10 cm para avaliar a densidade do solo. As amostras foram coletadas em anel volumétrico com 5 cm de diâmetro e altura de 2,0 cm. Após, as amostras foram levadas a estufa de ventilação forçada de ar e secas a 105 °C, por 24 horas, posteriormente foram

pesadas para obtenção de massa seca, possibilitando a obtenção da densidade do solo. Com os valores de densidade do solo em cada tratamento, calculou-se a porosidade total. Os dados de densidade e porosidade total do solo foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância aplicando o teste F, em nível de 5% de probabilidade. As análises serão realizadas utilizando o software R (R, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os dados de resistência à penetração (kPa) nos tratamentos de lâmina e áreas avaliadas.

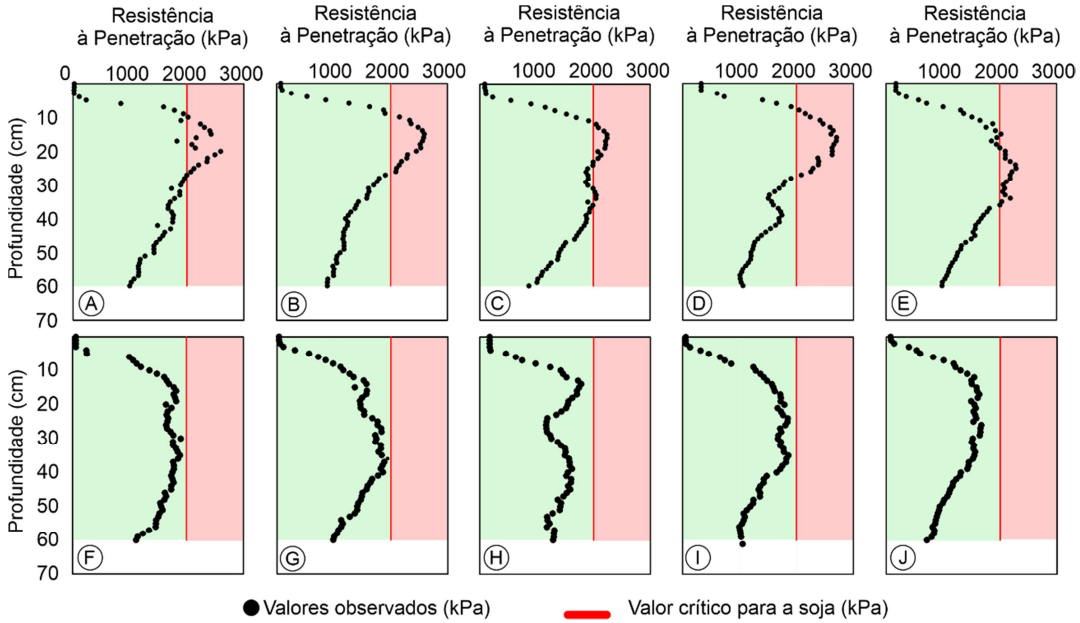


Figura 1 – Gráficos de resistência a penetração (kPa) ao longo do perfil do solo (cm), em sistemas de semeadura direta (A-E) e sistema semeadura convencional (F-J).

Analisando a Figura 1 é possível observar que os valores de resistência do solo à penetração na área de SSD foram superiores quando comparados à área SSC. Verificou-se que o sistema de semeadura direta apresentou limitação física na camada próxima aos 0,15 m em todos os tratamentos de lâmina, o que influenciou em baixo desenvolvimento das plantas durante o ciclo e, acredita-se, menor aproveitamento dos nutrientes, o que, como consequência pode ter resultado em menor produtividade quando comparado com a área onde realizou-se o preparo de solo. O preparo convencional realizado promoveu o revolvimento do solo e a quebra da camada compactada até os 0,35 m de profundidade, essa intervenção mecânica visou uma reestruturação do perfil, eliminando a compactação e realizando um aprofundamento dos nutrientes, favorecendo o crescimento radicular das plantas, um melhor aproveitamento dos nutrientes e água, obtendo assim uma maior produtividade. Essa associação positiva indica que a descompactação e melhoria química do perfil, permitiu com que a planta tivesse um melhor desenvolvimento e assim demonstrando todo seu potencial produtivo, resultando em uma correlação melhor do que em sistema de semeadura direta (SSD).

Observou-se que a maior PT e a menor Ds ocorreu no cultivo do milho segunda safra consorciado com braquiária, quando comparado ao cultivo da cultura do milho segunda safra sem o consórcio (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios de densidade do solo e porosidade total nos tratamentos avaliados

Tratamento	ds – avaliação 1 ($g\ g^{-1}$)	ds - avaliação 2 ($g\ g^{-1}$)	PT - avaliação 1 ($cm^3\ cm^{-3}$)	PT - avaliação 2 ($cm^3\ cm^{-3}$)
Milho	1,33^{c}	1,43^{c}	0,47^{ns}	0,43^{ns}
Milho + braquiária	1,57^{a}	1,69^{a}	0,39^{ns}	0,39^{ns}
Crotalária	1,48^{b}	1,66^{a}	0,44^{ns}	0,37^{ns}
Feijão	1,59^{a}	1,59^{a}	0,42^{ns}	0,40^{ns}
CV (%)	2,11	4,05	8,84	7,93

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ds – densidade do solo; PT – porosidade total.

Acredita-se que esses resultados foram obtidos pela maior concentração do volume de raízes no solo, promovido pelo uso das plantas de cobertura do solo no consórcio da cultura do milho segunda safra, os valores poderiam ser confirmados com realização de análise de biomassa de raízes, porém a mesma não foi realizada nesse estudo. De acordo com Negi *et al.* (2025), a matéria seca de raízes de plantas podem representar 30% da matéria seca produzidas pela parte aérea e que um sistema radicular em constante crescimento e absorção de água exerce pressão sobre o solo, promovendo a aproximação de suas partículas e consequente agregação.

CONCLUSÕES

O sistema de preparo convencional apresentou menores valores de resistência à penetração. O solo mantido com feijão apresentou maiores valores de densidade e menores valores de porosidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação Araucária e Universidade Estadual de Maringá.

REFERÊNCIAS

CHEN, D.M.-C.,; BODIRSKY, B.; WANG, X.; XUAN, J.; DIETRICH, J.; POPP, A.; LOTZE-CAMPEN, H. Future food prices will become less sensitive to agricultural market prices and mitigation costs. **Nature Food**, v. 6, p. 85 - 96.DOI: https://doi.org/10.1038/s43016-024-01099-3

MARIN, F.R.; PILAU, F.G.; SPOLADOR, H.F.; OTTO, R.; PEDREIRA, C.G.S. Intensificação sustentável da agricultura brasileira. **Revista Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 108–124, 2016.

NEGI, M.; SHARMA, S.; SINGH. Plant-Driven Soil Dynamics: Exploring the Role of Roots, Fungi and Soil Traffic in Shaping the Soil Structure. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.56, n.1, p. 2727-2746. DOI: https://doi.org/10.1080/00103624.2025.2524075