

# **RENDIMENTO DA SOJA E RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO MANEJADO COM DIFERENTES SUBSOLADORES**

Aluno: Cristhyano Zandoná Beduschi<sup>1</sup>

Professor Orientador: André Sordi

## **RESUMO:**

A resistência à penetração é um dos atributos físicos do solo que influencia o crescimento de raízes e serve como base à avaliação dos efeitos dos sistemas de manejo do solo. O objetivo do trabalho é avaliar a influência dos subsoladores sobre a resistência à penetração e o rendimento da soja. O trabalho foi conduzido utilizando diferentes subsoladores associados ao plantio direto. O uso de subsoladores influenciou na diminuição da resistência à penetração do solo nas camadas superficiais do solo. Os usos de subsoladores não alteraram o rendimento da cultura da soja.

Palavras-chave: subsolagem, resistência à penetração, rendimento da soja

## **1 INTRODUÇÃO**

A rotatividade entre a produção de grãos e pastejo de animais em uma mesma área designa-se integração lavoura-pecuária (ILP) trata-se de um sistema que permite a diversificação da produção, indução de rotação de culturas e ciclagem de nutrientes (BALBINOT JÚNIOR, MORAES, DA VEIGA, et.al., 2009). Refere-se também a um sistema de baixo uso de carbono que garante a ampliação da agropecuária com baixa pressão sobre o avanço da fronteira agrícola (MARTHA JÚNIOR; ALVES; CONTINI, 2011).

Sabe-se que, as adulterações nos atributos físicos do solo resultantes do pisoteio animal, demonstram-se em poucos casos algo negativo no desempenho produtivo das culturas. Provavelmente devido à pequena magnitude dos impactos sobre a estrutura física do solo, assim como, o fato desse processo acontecer na superfície do solo comumente na camada de 0-10 cm de profundidade, promovendo as ações de devolução da condição prévia do solo por agentes naturais e por operações na semeadura.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Pós-Graduação, em nível de Especialização, em Produção Vegetal – Ecofisiologia e Manejo de Grandes Culturas, UNOESC – São Miguel do Oeste/SC, E-mail: beduschi@mhnet.com.br -Fone: (49) 99979-4314 – Maravilha – Santa Catarina - Brasil.

Observando que as culturas de soja apresentam restrições no seu desenvolvimento, bem como diminuição do sistema radicular, percebe-se também um solo com menos absorção de água e nutrientes, ocasionado menos quantidade de água no solo e aumentando os prejuízos às lavouras em períodos de estiagem. Assim, o objetivo do presente trabalho é analisar as propriedades agronômicas da soja e resistência à penetração do solo manejado com diferentes subsoladores.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O solo é considerado um recurso natural de lenta renovação, que serve como base para a vida na Terra (MILLER, 2007). Representa um balanço entre os fatores físicos, químicos e biológicos, além de se caracterizar como um recurso fundamental para o funcionamento do ecossistema terrestre (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Sendo assim, é uma fonte vital, um recurso imprescindível e de inegável importância na escala evolutiva humana na terra (JENNY, 1980). Nesse sentido, muito se tem estudado sobre a qualidade do solo, a qual é definida por Doran e Parkin (1994) como sendo: “a capacidade de um dado solo em funcionar no ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas e animais”. Todavia, em muitas circunstâncias essa capacidade do solo encontra-se ameaçada, o que ocorre, em grande parte, devido a adoção de modelos agrícolas inadequados ou insustentáveis (social, ecológica e economicamente), os quais promovem uma degradação desse recurso natural.

A compactação do solo pode ser definida como um processo dinâmico e gradual, em que ocorre aumento da densidade (maior massa de solo por unidade de volume) proporcional ao histórico de cargas ou pressões exercidas (HAMZA; ANDERSON, 2005). Esta definição é complementada por Dias Jr. e Pierce (1996) que salientam que o termo compactação do solo refere-se à compressão do solo não saturado, durante a qual ocorre aumento da densidade, em consequência da redução de volume pela expulsão do ar. Para Stone et al. (2002) existe uma diferença conceitual entre compactação e adensamento. Para estes autores, adensamento é o aumento da densidade do solo em razão do fenômeno de deposição de partículas menores no espaço poroso, devido à dispersão de partículas, o que causa aumento da massa e mantém constante o volume inicial do solo, sem haver participação direta da pressão. Como exemplo de adensamento do solo tem-se a compactação oriunda de processos pedogenéticos como a formação de horizonte B textural, fragipans, duripans, plintitas, petroplintitas, etc. (DIAS JÚNIOR, 2000).

Os fatores preponderantes do solo que determinam seu comportamento, quando submetidos à compactação, são a granulométrica, o teor de matéria orgânica e a umidade do solo (Bodman&Constantin, 1966), além do estado de compactação inicial (SILVA et al., 2000).

Soane e Outwerkerk (1994) definem compactação do solo como um processo em que a porosidade e a permeabilidade são reduzidas, a resistência é aumentada e muitas mudanças ocorrem na estrutura do solo. Essas alterações nas propriedades físicas do solo decorrentes da compactação afetam suas propriedades hídricas, pois quando compactados, mesmo os solos que apresentam excelentes características químicas, têm sua fertilidade diminuída, pela menor capacidade de infiltração de água e pela maior resistência à penetração e ao desenvolvimento de raízes (PIONNER SEMENTES, 2019).

Algumas culturas têm sido empregadas nos sistemas de ILP como soja, milho, milheto, sorgo, nabo forrageiro, girassol, algodão e gramíneas forrageiras tropicais, principalmente as braquiárias, consorciadas ou não. Contudo, existem poucos estudos de rotação lavoura-pecuária em ecossistemas tropicais e subtropicais o que dificulta o entendimento sobre esse sistema em relação às propriedades edáficas, principalmente referente aos teores de carbono e nitrogênio do solo e dos agregados (LOSS, PEREIRA, GIÁCOMO, et.al., 2011).

A determinação da resistência do solo à penetração é realizada mediante a resistência que o solo oferece à penetração de um instrumento de sondagem (penetrômetro), chamado de “índice de cone” (BORGES et al., 2004). Este índice é definido como a resistência do solo à penetração de uma ponta cônica, e expressa como força por unidade de área da base do cone até uma determinada profundidade. Reflete o comportamento do solo quanto à compactação, conteúdo de água, granulometria e tipo de argila. O índice de cone depende de atributos do solo como: textura, porosidade, estrutura, estabilidade de agregados e teor de água 27 (CAMARGO; ALLEONI, 1997). Com o uso do penetrômetro, é possível identificar a presença ou não de compactação do solo, o grau da compactação e a profundidade da camada compactada no perfil do solo e, com estas informações, optar pela tecnologia mais adequada para a descompactação.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado no ano agrícola 2019/20, em uma propriedade localizada na Linha Santo Antônio, município de Cunha Porã, extremo Oeste de Santa Catarina. As

coordenadas geográficas do local são de 26°50'4,36" de latitude Sul e 53°12'45,52" de longitude Oeste, com altitude media 550 m em relação ao nível do mar.

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Os dados da precipitação durante o período experimental (após a semeadura da cultura) foram obtidos de um pluviômetro instalado cerca de 600m da área experimental, sendo implantado no dia 14 de outubro de 2019 com precipitações acumulados por mês: Outubro: 155 mm, Novembro: 334 mm, Dezembro: 117 mm, Janeiro: 222 mm, Fevereiro: 156 mm. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (EMBRAPA, 2018)

A área experimental vem sendo ocupada cerca de 14 anos com as culturas da soja, milho, aveia e azevém, com integração lavoura e pecuária. Destaca-se que o proprietário da área no ano de 2016 fez o uso da tecnologia da agricultura de precisão, com análises de solo e a aplicação de calcário calcítico, super fosfato triplo (SPT) e cloreto de potássio (KCL), com taxa variável, sendo feita a subsolagem da área total.

A dessecação da área foi efetuada 28 dias antes da semeadura através de pulverização na dose de 2,5 l/ha de Glifosato, 2 l/ha de 24-D, e 0,2 l/ha de espalhante adesivo com 150 litros de calda por hectare. Já no pré plantio foi realizada aplicação de 2 l/ha de paraquat, 42 g/ha de diclosulam(spider) e 0,3 l/ha de espalhante adesivo, com 200 litros de calda por hectare.

A pesquisa foi arranjada em faixas com 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por diferentes subsolagem, constituídos por modelos diferentes de subsoladores, ou sem preparo inicial compostos por: Disco: sem revolvimento de solo, semeadura realizada com discos, desencontrados; Sulcador: sem revolvimento de solo, semeadura realizada com sulcador (botinha); Convencional: efetuada a escarificação do solo com o subsolador convencional; TERRUS<sup>®</sup>: efetuada a escarificação do solo com o subsolador TERRUS<sup>®</sup> da GTS com 5 haste; FOX<sup>®</sup>: efetuada a escarificação do solo com o subsolador FOX<sup>®</sup> da stara com 9 haste.

A semeadura foi realizada no dia 14 de outubro de 2019, com a semeadora Stara/vitória top 8 linhas de 0,50 m com disco duplo desencontrado/sulcador, onde foi utilizado a variedade DELTA da Brasmax<sup>®</sup> com 14 sementes por metro linear, com densidade populacional de 280.000 planas/ha, adubação de base na quantidade de 170 kg/ha de 3-30-00 e complemento com cloreto de potássio na dose de 130 kg a lanço após a semeadura, com uso de inoculante na dose de 300 ml/ha de masterfix (*Bradyrhizobium* sp) e 200ml/ha de masterfix

gramíneas (*Azospirillum brasilense*), sendo aplicação no sulco com volume de calda de 30 l/ha. Velocidade de plantio foi de 4,5 km/h e profundidade de plantio 3cm.

As variáveis analisadas foram a resistência a penetração, analisadas através do penetrômetro da marca Falker, Modelo L Petrolog 1020<sup>®</sup> digital, com haste de 60 cm, porém foram coletados e avaliados os dados somente até 40 cm de profundidade. Mas vale ressaltar que para determinar a resistência do solo a penetração, o solo estava em condições em capacidade de campo. Ao término do experimento foi avaliado o rendimento da soja.

As variáveis analisadas foram submetidas a análise de variância pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ) e as diferentes medias foram comparadas pelo teste de tukey ( $P \leq 0,05$ ).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Anova revelou diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para a variável rendimento de soja (Tabela 1). Sendo que o maior rendimento foi obtido com uso de disco, não diferindo do subsolador convencional, Terrus<sup>®</sup> e Fox<sup>®</sup>. O uso de sulcador proporcionou o menor rendimento.

Tabela 01: Rendimento da soja em função dos manejos de subsolagem. Maravilha/SC. 2020.

Implemento	Rendimento	
	Kg/ha	Sc/ha
Sulcador	4314.25 B	71.92 B
Fox	4501.75 AB	75.02 AB
Terrus	4595.50 AB	76.57 AB
Convencional	4751.75 AB	79.20 AB
Disco	4958.00 A	82.62 A
Cv (%)	4,67	4,67

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Carmo et al., (2017) em estudo com uso de profundidade de subsolador identificou que a produtividade da soja foi negativamente afetada pela subsolagem do solo no sistema de plantio direto e a profundidade de trabalho da haste sulcadora da semeadora não teve influência sobre a produtividade da soja, independente do sistema de culturas e de manejo

do solo. Dados semelhantes a este trabalho na qual identificou diminuição do rendimento da soja com uso de subsoladores comparativamente ao uso de disco.

Na tabela 02, observa-se que houve diferença estatística significativa ( $P \leq 0,05$ ) para a variável resistência a penetração, entre os tipos de manejo e entre as camadas monitoradas. Os implementos ocasionaram diminuição da resistência à penetração, não atuando abaixo da camada 30 cm. As menores resistências foram observadas nas camadas superficiais, aumentando com a profundidade.

Tabela 2 - Resistência à penetração nos diferentes implementos. Maravilha/SC. 2020.

Prof. (cm)	Convencional	Fox	Terrus	Disco	Sulcador	Média
----- Resistência a penetração (kpa) -----						
0 – 5	101Be	114Be	147Be	669 Ad	541 Ad	314 e
5 -10	311 Cde	565Bd	789 Bd	2247 Aa	2247Aa	1229 d
10-15	543Ccd	925 Bc	1125 Bc	1703 Ac	1811 Abc	1221d
15-20	714 Cc	1163 Bc	1034 Bdc	1688 Ac	1716 Ac	1263 d
20-25	796 Dc	1517Bb	1213 Cbc	1804 Abc	1834 Abc	1432c
25-30	1158 Db	1711BCab	1491 Cb	1925 ABbc	1970 Aabc	1651b
30-35	1704Ca	1821 BCa	1808BCa	2034 ABab	2087Aab	1891 a
35-40	1819Aa	1818 Aa	1962 Aa	2053Aab	20472 Aab	1939a
$\bar{X}$ (Média)	894 C	1204 B	1196 B	1765 A	1780 A	
CV implemento:	40,19%					
CV profundidade:	21,37%					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A resistência à penetração é um dos atributos físicos do solo que influencia o crescimento de raízes e serve como base à avaliação dos efeitos dos sistemas de manejo do solo sobre o ambiente radicular (TORMENA; ROLOFF, 1996). Assim, o aumento da resistência do solo à penetração de raízes resulta em deformações e restrições ao crescimento normal destas, induzindo à deficiência hídrica, devido à limitação que apresentam para explorar camadas mais profundas de solo com maior disponibilidade de água, mesmo em períodos curtos de estiagem (KEMPER; DERPSCH, 1981; KLEIN; BOLLER, 1995).

A compactação do solo se dá principalmente devido o intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas juntamente com o pisoteio animal e esta vem sendo abalizada como

uma das principais causas de degradação de áreas cultivadas em sistemas de integração lavoura-pecuária (LANZANOVA, NICOLOSO, LOVATO, et.al., 2007). Segundo Balbinot Júnior, Moraes, Milton Da Veiga, et.al., (2009) ocorre alteração na estrutura do solo, incide maior resistência mecânica no crescimento de raízes e ainda uma redução na porosidade total, a macroporosidade, a disponibilidade de água e nutrientes e a difusão de gases. Ainda, as operações agrícolas quando realizadas sem o controle da umidade do solo, provocam aumento da área compactada (PEDROTTI; DIAS JUNIOR, 1996), o que pode reduzir a infiltração e, conseqüentemente, a disponibilidade de água para as plantas, comprometendo a produtividade.

## 5 CONCLUSÕES

O uso de subsoladores influenciaram na diminuição da resistência a penetração do solo nas camadas superficiais do solo.

Os usos de subsoladores não alteram o rendimento da cultura da soja.

## 6 REFERENCIAS

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, jul./set., 2007.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A. & DIECKOW, J. **Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas.** Ci. Rural, 39:1925-1933, 2009a.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A. & DIECKOW, J. **Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas.** Ci. Rural, 39:1925-1933, 2009a.

BODMAN, G.B.; CONSTANTIN, G.K. **Influence of particles sizes distribution in soil compaction.** Hilgaria, v.36, p.567-91, 1966.

BORGES, J. R. et al. **Resistência à penetração de um gleissolo submetido a sistemas de cultivo e culturas.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 83-86, jan./mar., 2004.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CARMO, C.M.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; PINHATA, A.A. SANTOS, E.L. Produtividade da soja no plantio direto em função da escarificação, do uso de haste mais profunda na semeadura e da cultura antecessora. **Anais**. XII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2017.

DIAS JUNIOR, M. de S. **Compactação do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. P. 55-94.

DIAS JUNIOR, M. de S.; PIERCE, F. J. **O processo de compactação do solo e sua modelagem**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.20, n.2, p.175- 182, mar./abr., 1996.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Definingandassessingsoilquality**. In: DORAN, J.W. et al. (ed). *DefiningSoilQuality for a SustainableEnvironment*. Madison: American SocietyofAgronomy&Soil Science SocietyofAmerica, p. 03-21, 1994.

EMBRAPA, 2018. Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. 5 ed. Brasília, DF. 2013. 353p.

HAMZA, M.A.; ANDERSON, W.K. **Soilcompaction in cropping systems: A reviewofthenature, causes andpossiblesolutions**. SoilandTillageResearch, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 121-145, june, 2005.

JENNY, H. **The soilresource: originandbehavior**. New York: Springer Verlag, 1980. 377 p. v. 37.

LANZANOVA, M. E. et al. **Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1131-1140, set./out., 2007.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. dos. **Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, p.1269-1276, 2011.

MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. **Pecuária brasileira e a economia de recursos naturais**. Brasília, DF: Embrapa Estudos e Capacitação, 2011. (Perspectiva: pesquisa agropecuária, 1).

MENDONÇA, F. A. & DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.

MILLER,G. T. **Ciência ambiental**. Tradução allTasks; revisão técnica Welington Braz Carvalho Deliti. 11 ed. São Paulo: Thomson Learnig, 2007.

PEDROTTI, A. & DIAS Jr., M.S. **Compactação do solo: como evitá-la**. Agropec. Catarinense, 9:50-52, 1996.

SOANE, B.D.; van OUWERKERK, C. **Soilcompaction in cropproduction**. Amsterdam: Elsevier, 1994. 660p.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. **Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.2, p.207- 212, maio/ago., 2002.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. **Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.20, n. 2, p.333- 339, mar./abr., 1996.