

**Atributos associados ao grau de compactação do solo e sua correlação com a produção agrícola**

Ricardo Müller<sup>1</sup>, Armin Feiden<sup>1</sup>, Lincoln Villi Gerke<sup>1</sup>, Angelo Gabriel Mari<sup>2</sup>, Luis Thiago Lucio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná – UFPR

eng.ricardomuller@gmail.com, armin.feiden@gmail.com, lgerke68@agronomo.eng.br, ea.angelo@gmail.com, luisthiagolucio@gmail.com

**Resumo:** O tráfego de máquinas agrícolas proporciona pressão no solo, podendo criar deformação persistente no solo. A compactação do solo é um problema global, pois a pressão imposta pelas máquinas agrícolas pode causar a desestruturação do solo, reduzir a porosidade, os limites de água e trocas gasosas além de aumentar a resistência à penetração de raízes, afetando negativamente a produção de culturas. A maioria dos agricultores está consciente dos problemas de compactação do solo, mas o significado é muitas vezes subestimado. Os efeitos de compactação sobre as culturas pode ser um fator significativo na economia agrícola de hoje e precisa ser mais explorado pela comunidade científica. Este estudo descreve as causas e efeitos da compactação do solo, por meio de uma revisão bibliográfica. Constatou-se que o comprometimento das funções do solo pela de compactação, precisa ser melhor estudado, assim como incorporar neste estudos atributos que possibilitem explicar e reconhecer os sintomas de compactação nas diversas condições de uso e manejo.

**Palavras-chave:** porosidade total, resistência à penetração, dispersão dos dados.

**Attributes associated with the potentially may change the degree of soil compaction related to the agricultural yield**

**Abstract:** The traffic of agricultural machinery provide range of pressure in the soil, may create persistent deformation in soil. Soil compaction is a global problem, because pressure imposed by agricultural machines can cause destructuring of the soil, reduce the porosity, limits water and air infiltration and increases resistance to root penetration, this affects the production of crops. Most farmers are aware of the problems of soil compaction, but the meaning is often underestimated. The effects of compaction on crop yield can be a significant factor in the agricultural economy of today and need to be further explored by the scientific community. This study describes the causes and effects of soil compaction, by means of a bibliographical review. It found that the model experiment on the functions of soil compaction, to be refined, as well as variables that allow incorporated explain and recognize the symptoms of compression in the different treatment conditions of the experiments

**Key words:** total porosity, resistance to penetration, data dispersion.

## Introdução

A compactação do solo certamente não é um assunto de preocupação social tão pouco político. Em tempos que há resistência para ações comportamentais quanto à conservação do meio ambiente e as mudanças climáticas, a comunidade científica do solo deve ser realista que não é de fácil convencimento implantar medidas de manejo e conservação do solo. Talvez pela falsa invisibilidade deste problema, pois sua conservação, quanto à compactação do solo, apresenta impactos visuais pouco perceptíveis ou desprezíveis pelos produtores, em seu estágio inicial. Tudo o que acontece no solo permanece escondido sob a superfície. Os efeitos da compactação excessiva do solo, são bem visíveis em termos de redução da produção de culturas (BOUMA, 2012).

Alguns programas propostos pelo Poder Público atuam indiretamente em aspectos da física do solo, a exemplo o Plano de Gestão de Recursos Hídricos, Plano Diretor, Plano de Saneamento Ambiental entre outros. Programas como estes atuam diretamente com o manejo de águas, resíduos, produtos químicos, agrotóxicos, agricultura, meio ambiente e no desenvolvimento urbano e rural. Portanto, contribuem para a proteção do solo, seja na produção de alimentos ou para drenagem urbana. No entanto estes programas não são suficientes para uma adequada gestão do solo (PAJUKALLIO, 2012).

A agricultura moderna impõe altas pressões no solo. A compactação do solo devido ao tráfego de maquinários é uma das principais ameaças à qualidade do mesmo. Não só reduz o volume dos poros, mas também modifica a geometria dos mesmos. Isto afeta as propriedades e funções importantes do solo (HAMZA e ANDERSON, 2005). A compactação do solo aumenta os valores de densidade e resistência à penetração do solo, e reduz a sua porosidade total, conseqüentemente a macroporosidade é reduzida (STRECKET et al., 2004).

O efeito da compactação pode ser persistente no subsolo afetando diretamente seus processos, por exemplo, retenção, condutividade hidráulica saturada e insaturada, conteúdo do ar e transporte de gases, crescimento das raízes e o transporte e absorção de nutrientes. Conseqüentemente altera negativamente a produtividade da cultura e aumenta a suscetibilidade de impactos ambientais, por exemplo, erosão e o assoreamento de rios (LIPIEC, ARVIDSSON, MURER, 2003).

É possível observar as conseqüências da compactação tanto no solo quanto na planta. No solo é perceptível em função de acúmulo superficial de águas e erosão hídrica, que pode ocasionar assoreamento dos mananciais. Na planta, resulta no baixo desenvolvimento

radicular e diminuir o volume de solos explorado pelas raízes, conseqüentemente uma baixa produtividade (FOLONI et al., 2003; BEUTLER e CETURION, 2004).

Este trabalho teve como objetivo principal observar os resultados obtidos por diversos autores que tratam da relação entre compactação do solo e o rendimento de grãos, a fim de identificar variáveis desprezadas, mas que potencialmente podem alterar os resultados dos experimentos, as quais devem ser monitoradas para melhor orientar as ações de uso e manejo do solo quando se objetiva a sustentabilidade agrícola.

### **Revisão bibliográfica**

#### **Atributos físicos relacionados à compactação do solo**

Atributos como, densidade do solo, porosidade total e a resistência à penetração são comumente usados para caracterizar o estado de compactação ou o grau de compactação do solo. O grau de compactação do solo é mais comumente utilizando nos estudos dos efeitos do tráfego de maquinário nas condições do solo e nas culturas. Já a resistência à penetração é aplicada para caracterizar a resistência do solo em relação ao efeito do manejo do solo (LIPIEC e HATANO, 2003).

A queda de rendimento de grãos em solo compactado esta associada também a indicadores quanto, condutividade hidráulica saturada, temperatura, capacidade de trocas gasosas, redução da infiltração de água e eficiência do uso da água da cultura, aeração insuficiente ou sua combinação dependendo das condições climáticas (LIPIEC e HATANO, 2003).

Portanto, medidas adequadas, como tráfego controlado, sistema plantio direto e incorporação de culturas com sistema radicular pivotante profundo no ciclo de rotação são necessárias para minimizar os riscos de compactação do subsolo (ISHAQ et al., 2001). A adoção de rotação entre culturas como, milho, soja e trigo pode proporcionar uma redução da densidade do solo assim como da resistência do solo à penetração (MONICA et al., 2011).

Ainda assim, cautelosamente um pequeno grau de compactação do solo pode ser propício para o crescimento das culturas e também para alguns tipos de solo, indicando que há um nível ótimo de compactação para a produção agrícola. Tratando-se de tráfego controlado, o conceito de ótimo nível de compactação é importante, pois o controle do tráfego reduz a compactação excessiva dos solos, evitando trafegar sobre a área de maneira geral. (BOUWMAN e ARTES, 2000; BEUTLER, 2006).

Estudo conduzido por Taghavifar e Mardani (2013) constatou que a velocidade e a pressão do pneumático sobre o solo interferem na compactação do solo. Esta duas variáveis

são inversamente proporcionais, o aumento da carga de roda aumentou a compactação do solo, enquanto o aumento de velocidade teve um efeito inverso.

Portanto fatores como a disponibilidade de água, ar, nutrientes, temperatura e a resistência do solo também estão relacionadas com o tráfego controlado de máquinas agrícolas. Assim, optar por maquinário mais leve associado a operações de manejo de culturas com teores de umidade do solo baixos minimiza as quedas de rendimento das culturas como o milho e trigo (RADFORD et al., 2001).

### **Rendimento de grãos e compactação do solo**

De acordo com Suzuki et al. (2007) em um Latossolo Vermelho manejado sob sistema de plantio direto, encontraram um grau de compactação de 86% como sendo ideal ao cultivo da soja. De acordo com Secco (2004) valores de resistência do solo até 2,60 MPa e densidade  $1,51 \text{ Mg m}^{-3}$ , na camada até 0,20 m, não comprometeram o rendimento de grãos de soja em condições de lavoura.

A resistência do solo à penetração é amplamente utilizada por pesquisadores para relacionar com o desenvolvimento de culturas como, soja, milho, feijão, trigo, crumbe, pinhão manso, entre outras. Este indicador pode apresentar produtividade agrícola pouco satisfatória, tanto em Latossolo Vermelho quanto em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, quando a resistência do solo a penetração for superior a 2 Mpa ou quando for muito baixa (FREDDI et al., 2009; STRECK et al., 2004; BEUTLER e CENTURION, 2003).

Foloni et al. (2003) observou redução de 20% em média no crescimento aéreo de plantas de milho quando a resistência à penetração foi de 1,4 MPa. Na cultura do crumbe também constatou-se reduções no crescimento da planta em função da compactação do solo (SILVA et al., 2012).

### **Resultados e Discussão**

Apesar da similaridade dos experimentos supracitados, quanto aos procedimentos metodológicos relacionados aos atributos físicos do solo, ainda há uma considerável dispersão dos resultados obtidos quanto ao desenvolvimento de culturas. Portanto, fatores químicos e ambientais podem justificar a dispersão dos dados, pois são pouco observados conjuntamente.

Estudo conduzido por Cabral et al., 2012 observou que fatores químicos limitaram o desenvolvimento de forrageiras, pois a compactação influenciou na disponibilidade de macronutrientes. Vasconcellos et al., 2013, constatou que atributos físicos, químicos e microbiológicos culminam na compactação do solo, principalmente no cultivo agrícola.

### Conclusões

Os dados quanto à compactação do solo relacionados ao rendimento de culturas, poderiam apresentar maior confiabilidade se nos estudos fossem observados atributos físicos e químicos, além de um maior controle dos fatores ambientais. Os modelos de experimentos quanto ao assunto precisam ajustar a base empírica para modelagem das variáveis de apoio ao resultado, ou seja, observando o maior número de variáveis possíveis proporcionando dados de maior confiabilidade.

### Referências

BERGAMIN, A. C. et al. Anatomia radicular de milho em solo compactado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 299-305, Dourados, MS, 2010

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 581-588, Jaboticabal, SP, 2004.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Efeito do conteúdo de água e da compactação do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 849-856, Jaboticabal, SP, 2003.

BOUMA, J. Soil compaction: Societal concerns and upcoming regulations. **Nordic Association of Agricultural Scientists**, v. 8, n1, p. 11-12, 2012.

BOUWMAN, L. A.; ARTS, W.B.M. Arts Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. **Applied Soil Ecology**, v. 14, n. 3, p. 213-222, Holanda, 2000.

CABRAL, C. E. A. et al. Compactação do solo e macronutrientes primários na *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 4, Campina Grande, PA, 2012.

CARDOSO, E. et al. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 493-501, Ponta Grossa, PR, 2006.

FREDDI, O. S. et al. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em latossolo vermelho: I - características de planta, solo e índice S. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 793-803. Jaboticabal, SP, 2009.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 08, p. 947-953, Brasília, DF, 2003.

HAMZA, M.A.; ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research**, v. 82, p. 121-145, 2005.

ISHAQ, M.; HASSAN, A.; SAEED, M.; IBRAHIM, M.; LAL R. Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan: I. **Soil physical properties and crop yield, Soil and Tillage Research**, v. 59, p. 57-65, 2001.

LIPIEC, J.; ARVIDSSON, J.; MURER, E. Review of modelling crop growth, movement of water and chemicals in relation to topsoil and subsoil compaction, **Soil and Tillage Research**, v. 73, p. 15-29, 2003.

LIPIEC J., HATANO R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, v. 116, p. 107-136, 2003.

MONICA S.; et al, 2011 - Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, Campina Grande, 2011.

PAJUKALLIO, A. M. EU Soil Strategy. **Nordic Association of Agricultural Scientists**, v. 8, n1, p. 5-10, 2012.

RADFORD B. J., et al. Crop responses to applied soil compaction and to compaction repair treatments. **Soil and Tillage Research**, v. 61, p. 157-166, 2001.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. and ROS, C. O. da. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 5, Santa Maria, RS, 2004.

SILVA, D. S. et al. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular do pinhão manso (*Jatropha Curcas L.*) e crambe (*Crambe Abyssinica Hochst.*). **Gl. Sci. Technol**, v. 05, n. 02, p. 87 – 97, Rio Verde, GO, 2012.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, p. 755-760, Santa Maria, RS, 2004.

SUZUKI L. E. A. S., et al, Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, Brasília, DF, 2007.

TAGHAVIFAR, H.; MARDANI, A. Effect of velocity, wheel load and multipass on soil compaction. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 2013.

VASCONCELLOS, R., et al . Nitrogênio, carbono e compactação do solo como fatores limitantes do processo de recuperação de matas ciliares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, Viçosa, MG, 2013.

---

**Recebido para publicação em:** 12/05/2014

**Aceito para publicação em:** 22/10/2014