

RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM DUAS PROFUNDIDADES DE ESCARIFICAÇÃO E DOIS TEORES DE ÁGUA NO SOLO

ARIEL MUNCIO COMPAGNON¹, CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI², MARCELO TUFALILE CASSIA³, HENRIQUE VINICIUS DE HOLANDA⁴, EVALDO FERREZIN⁵

¹ Eng. Agrícola, Professor MSc. Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Rod. 154 Km 03 - Cx. Postal 51, Telefone: (62) 3307-7100, ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br

² Eng. Agrônomo, Professor Adjunto III, Universidade Estadual Paulista, furlani@fcav.unesp.br

³ Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Prod. Vegetal), Universidade Estadual Paulista, marcelocassia@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Prod. Vegetal), Univ. Estadual Paulista, henriquevholland@hotmail.com

⁵ Eng. Mecatrônico, Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista, evaldoferezin@ig.com.br

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Com o aumento da mecanização, intenso tráfego de maquinário pesado e incorreta utilização de equipamentos, pode surgir a compactação do solo. O trabalho teve como objetivo avaliar a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) em função do teor de água do solo e da profundidade de trabalho, em um LATOSSOLO VERMELHO. Foi utilizado um DIC em esquema fatorial 2x2 com 5 repetições. Os tratamentos foram: teor de água do solo (26,2% e 21,9%) e profundidade de escarificação (0,20 e 0,30 m). Foi utilizado um trator Valtra BM 125i e um escarificador Marchesan, AST/MATIC 450 para escarificação do solo. Foram coletadas amostras de solo em um ponto por parcela para determinação do teor de água do solo. Para as medições da RMSP foi utilizado um penetrômetro eletrônico acoplado a um quadriciclo, coletando 3 amostras por parcela, até a profundidade de 0,40 m, para determinação do índice de cone (IC). Os dados foram submetidos à ANOVA. O teor de água do solo e a camada de amostragem afetaram o IC, o que não aconteceu com a profundidade de trabalho. O solo mais seco apresentou maiores valores. Os dados de IC obtidos neste experimento estão classificados como baixos ou médios.

PALAVRAS-CHAVE: penetrômetro, preparo do solo, quadriciclo.

SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO PENETRATION AT TWO CHISELING DEPTHS AND TWO LEVELS OF SOIL WATER CONTENT

ABSTRACT: With increasing mechanization, heavy traffic of heavy machinery and incorrect use of equipment, soil compaction can occur. The study aimed to evaluate the soil mechanical resistance to penetration (RMSP) depending on the water content of the soil and depth of work in an Oxisol. An DIC was used in a 2x2 factorial design with 5 replications. The treatments were: soil water content (26.2% and 21.9%) and depth of scarification (0.20 and 0.30 m). A tractor Valtra BM 125i and scarifier Marchesan, AST/MATIC 450 for soil scarification was used. Soil samples were collected at one site per plot for determination of the water content of the soil. For measurements of RMSP an electronic penetrometer coupled to an ATV was used, collecting 3 samples per plot to a depth of 0.40 m for determination of cone index (IC). Data were analyzed by ANOVA. The water content of the soil layer and sampling affected the IC, which did not happen with the working depth. The driest soil showed higher values. The IC data obtained in this experiment are classified as low or medium.

KEYWORDS: penetrometer, soil tillage, ATV.

INTRODUÇÃO: Com o aumento da mecanização, intenso tráfego de maquinário pesado e incorreta utilização de equipamentos, pode surgir a compactação do solo, que é um processo no qual há um aumento da densidade do solo, e esse processo reduz o crescimento e o desenvolvimento radicular, resultando em um menor estande de plantas, baixa qualidade do vegetal e consequente queda na produção.

A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) é uma propriedade do solo adotada como indicativo da compactação, por apresentar forte relação com o crescimento radicular das plantas (BEUTLER et al., 2002) e por ser muito eficiente na identificação de estados de compactação, quando comparada à densidade do solo (FREDDI et al., 2006) além de ser de fácil e rápida determinação (MERCANTE et al., 2003). A RMSP é influenciada pelo teor de água, textura e pela condição estrutural do solo, fatores que estabelecem valores críticos do crescimento radicular e desenvolvimento das plantas (BEUTLER et al., 2007).

Partindo-se da hipótese de que o teor de água do solo e a profundidade de trabalho do escarificador reduzirá a RMSP, o presente trabalho teve como objetivo avaliar RMSP em função do teor de água do solo e da profundidade de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), em Jaboticabal, estado de São Paulo, no mês de outubro de 2011, que está localizada nas coordenadas geodésicas 21°14' latitude Sul e 48°16' longitude Oeste, altitude média de 560 m e declividade média de 4%. O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico A moderado, textura argilosa (50% de argila) e relevo suave ondulado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (ANDREOLI & CENTURION, 1999). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw, ou seja, tropical úmido, com estação seca de inverno e temperatura média anual em torno de 22 °C.

Adotou-se um esquema fatorial 2x2 conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando vinte parcelas amostrais. Os tratamentos foram constituídos por dois teores de água do solo (26,2 e 21,9%) e por duas profundidades de escarificação (0,20 e 0,30 m). Cada parcela ocupou uma área útil de 200 m², sendo 40 m de comprimento x 5 m de largura. Entre as parcelas, foi deixada, no sentido longitudinal, uma distância de 20 m, a qual foi destinada a manobras e estabilização da velocidade de deslocamento do conjunto trator-escarificador.

Para escarificação do solo, foi utilizado um trator da marca Valtra, modelo BM 125i, 4x2 TDA, e um escarificador de arrasto da marca Marchesan, modelo AST/MATIC 450, constituído por sete hastes espaçadas entre si em 0,45 m, com ponteira sem asa com 0,07 m de largura, com largura útil de trabalho de 3,15 m. As profundidades de trabalho foram 0,20 e 0,30 m. O controle de profundidade se deu pelos pneus do escarificador, com o auxílio de anéis presos ao pistão hidráulico. Para a obtenção de dois teores de água diferentes no solo no momento da escarificação, as parcelas do tratamento de 26,2% foram irrigadas com aspersão, dois dias antes da realização do experimento, até o solo chegar próximo à capacidade de campo. As parcelas do tratamento de 21,9% não foram irrigadas, permanecendo na condição de umidade que o solo se encontrava naturalmente.

Foram coletadas amostras de solo em um ponto por parcela no momento da escarificação, para determinação do teor de água do solo, com auxílio de trado holandês, nas profundidades de 0,00-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m e 0,30-0,40 m. As amostras foram acondicionadas em latas de alumínio e posteriormente levadas para secagem em estufa a 105 °C até obter massa constante, possibilitando o cálculo do teor de água segundo o método gravimétrico padrão descrito em EMBRAPA (1997).

Para as medições da resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi utilizado um penetrômetro eletrônico acoplado a um quadriciclo (RIBEIRO, 2010). Em cada parcela experimental, dois dias antes e duas semanas após a escarificação do solo, foram coletados 3 amostras de RMSP, em pontos aleatórios da parcela, até a profundidade de 0,40 m, para determinação do índice de cone (IC), a cada intervalo de profundidade de 0,05 m. Tomou-se cuidado para evitar retirar amostras onde havia sido passado o rodado do trator e no local de passagem da haste do escarificador. Após a escarificação do solo, e antes da coleta final dos dados de RMSP, houve precipitação total no período de 38 mm.

Tendo em vista que a compactação do solo está diretamente relacionada ao teor de água e ao tipo de solo, durante a coleta dos dados de RMSP, foram coletadas também amostras de solo nas camadas de 0,00-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m e 0,30-0,40 m, em um ponto por parcela. As amostras foram acondicionadas em latas de alumínio e posteriormente levadas para secagem em estufa a 105 °C até obter massa constante, possibilitando o cálculo do teor de água segundo o método gravimétrico padrão descrito em EMBRAPA (1997). O teor médio de água do solo antes da escarificação foi de 25,1% e depois da escarificação, 22,6%. O efeito dos fatores principais e de suas interações foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade. Quando o teste F foi significativo, as

médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com uso do programa estatístico SISVAR 5.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1, são apresentados os valores do índice de cone (IC), que representam a resistência mecânica do solo à penetração média a cada 0,05 m de profundidade.

Tabela 1. Análise de variância e teste de médias para índice de cone.

FATORES	Índice de cone (MPa)	
	Antes escarificação	Após escarificação
Teor de água do solo (T)		
26,2%	1,80	1,86 a
21,9%	1,56	2,05 b
Profundidade de trabalho (P)		
0,20 m	1,65	1,96 a
0,30 m	1,71	1,95 a
Camada de amostragem (C)		
0,00-0,05 m	0,44 a	0,79 a
0,05-0,10 m	1,14 b	1,16 a
0,10-0,15 m	1,18 b	1,29 a
0,15-0,20 m	1,49 b c	1,90 b
0,20-0,25 m	1,78 c d	2,25 b c
0,25-0,30 m	2,08 d e	2,47 c d
0,30-0,35 m	2,49 e f	2,79 d
0,35-0,40 m	2,81 f	2,98 d
Teste de F		
T	10,851*	4,741*
P	0,543 ^{ns}	0,043 ^{ns}
C	55,154*	44,949*
T x P	13,594*	3,865 ^{ns}
T x C	1,102 ^{ns}	0,741 ^{ns}
P x C	0,735 ^{ns}	0,927 ^{ns}
T x P x C	1,531 ^{ns}	0,057 ^{ns}
CV (%)	27,82	27,56

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. CV (%): coeficiente de variação.

Antes da escarificação, pode-se verificar que o teor de água do solo e a camada de amostragem afetaram o IC. Também houve interação entre os fatores teor de água do solo e profundidade de trabalho, sendo os dados desdobrados na Tabela 2.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre os fatores teor de água do solo e profundidade de trabalho para a variável índice de cone antes da escarificação.

Profundidade de trabalho	Teor de água do solo (%)	
	26,2	21,9
0,20 m	1,64 A a	1,67 A a
0,30 m	1,96 B b	1,45 A b

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esperava-se que antes da escarificação as camadas estivessem homogêneas, porém houve aumento do IC quando se aumentou a profundidade de amostragem.

Analisando os dados do desdobramento entre os fatores teor de água do solo e profundidade de trabalho antes da escarificação (Tabela 2), nota-se que a para a profundidade de 0,20 m, os teores de água do solo não alteraram o IC, porém, para a profundidade de 0,30 m, o aumento do teor de água do

solo aumentou o IC, fato que pode ter acontecido pela maior compactação do solo desta camada nas parcelas experimentais do tratamento de 26,2%.

Observando os teores de água, para 26,2%, ao aumentar a profundidade de trabalho, aumentou-se também o IC, e para o teor de 21,9%, ocorreu o contrário, fato que pode ter acontecido por características das parcelas experimentais.

Após a escarificação (Tabela 1), pode-se verificar que o teor de água do solo e a camada de amostragem afetaram o IC, o que não aconteceu com a profundidade de trabalho, não havendo interação entre nenhum dos fatores avaliados. O solo mais seco apresentou maiores valores, evidenciando que com o aumento do teor de água, decresce a atuação das forças de coesão entre as partículas do solo e o atrito interno, provocando, então, a diminuição da resistência mecânica do solo à penetração (CUNHA et al., 2002).

Para a camada de amostragem, observa-se que até a profundidade de 0,30 m, a qual houve ação das hastes do escarificador, valores de IC abaixo de 2,5 MPa. Após a camada de 0,30 m, há aumento dos valores de RMSP para acima de 2,5 MPa, o que pode trazer problemas de impedimento para o desenvolvimento de plantas que possuem raízes mais profundas.

Observa-se ainda, comparando valores de antes e após a escarificação (Tabela 1), que depois da escarificação, os valores do IC são maiores que antes, para os mesmos fatores. Isto se deu pelo fato de o solo estar com menor teor de água na coleta dos dados de RMSP depois da escarificação (22,6% após a escarificação, contra 25,1% antes da escarificação). Esses valores de IC podem ter sido superestimados devido ao menor teor de água no momento da coleta dos dados com o penetrômetro, já que, segundo PEDROTTI et al. (2001), valores mais elevados de RMSP ocorrem por ocasião de menores conteúdos de água no solo.

Todos os dados de índice de cone obtidos neste experimento estão classificados como baixos ou médios (RIBEIRO, 2010).

CONCLUSÕES:

O teor de água do solo e a camada de amostragem afetaram o índice de cone.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, I.; CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. **Anais...**, Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1999. 32p. (T025-3 CD-ROM)
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; LEONEL, C. L.; SÃO JOÃO, A. C. G.; FREDDI, O. S. Intervalo hídrico ótimo no monitoramento da compactação e da qualidade física de um latossolo vermelho cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1223-1232, 2007.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; SILVA, L. M. Utilização dos penetrômetros de impacto e de anel dinamométrico em latossolos. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 191-199, 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.
- FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P.; VERONESI JÚNIOR, V.; CARVALHO, G. J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 113-121, 2006.
- MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1149-1159, 2003.
- PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANA, S.; FERREIRA, M. M.; DIAS JUNIOR, M. S.; GOMES, A. S.; TURATTI, A. L. Resistência mecânica à penetração de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 521-529, 2001.
- RIBEIRO, C. A. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em áreas mecanizadas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*)**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.