

## Efeito do preparo do solo com diferentes implementos sobre a resistência do solo à penetração

Mario Augusto Chaves Monteiro<sup>1</sup>, André Zoz<sup>1</sup>, Arnaldo Cintra Lime de<sup>1</sup>, Carlos Eduardo da Silva Oliveira<sup>1</sup>, Tiago Zoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil.  
E-mail: marao87@hotmail.com, andre\_zoz@hotmail.com, ac.limedede@hotmail.com, carlos\_eduard@hotmail.com, zoz@uems.br

Recebido: 10/02/2017; Aceito: 18/05/2017.

### RESUMO

O preparo de solo é condição essencial para receber a cultura. A resistência do solo à penetração tem sido um dos parâmetros mais utilizados na avaliação de sua estrutura física. O objetivo deste trabalho foi determinar a resistência do solo à penetração mediante o preparo com diferentes implementos agrícolas. O ensaio foi composto pelo preparo do solo com cinco implementos (grade leve, grade intermediária, subsolador, arado de discos e arado de aiveca). Cada implemento foi utilizado para preparar uma faixa de 10 metros de comprimento por 5 metros de largura. Para a realização das avaliações foi descartado 1,0 metro em cada extremidade da faixa preparada. Foi realizada avaliação de resistência do solo à penetração antes de realizar o preparo do solo e outra avaliação 10 dias após o preparo do solo. Também aos dez dias após o preparo do solo realizou-se a avaliação de cobertura vegetal do solo. A resistência do solo à penetração é menor quando o preparo é realizado com o arado de disco ou arado de aiveca. A cobertura vegetal do solo após o preparo se mantém maior quando o subsolador é utilizado. A grade leve não é eficiente para revolver o solo em preparo primário.

**Palavras-chave:** preparo convencional do solo, arado, subsolador, grade.

### Effect of soil preparation with different implements on soil resistance to penetration

#### ABSTRACT

Soil preparation is essential for the physical conditioning of the soil to receive the crop. The soil resistance to penetration has been one of the most used parameters in the evaluation of its physical structure. The objective of this work was to determine soil resistance to penetration tilled with different agricultural implements. The test was composed by the soil tilled with five implements (lightweight disking harrow, intermediate disking harrow, subsoiler, disc plow and mildboard plow). Each implement was used to prepare a range of 10.0 meters long by 5.0 meters wide. For the evaluations, 1.0 meter was discarded at each end of the prepared strip. Soil resistance to penetration evaluation was performed before the soil tillage and 10 days after soil tillage. Also, the coverage of soil was evaluated. The soil resistance to penetration is lower when preparing with disk plow or a mildboard plow. The vegetative cover of the soil after the preparation is greater when the subsoiler is used. The note is not efficient to revolve the soil in primary tillage.

**Key words:** conventional tillage, plow, subsoiler, harrow.

## 1. Introdução

Ao longo do tempo o solo sofre modificações em sua estrutura física devido aos manejos da agricultura como tráfego intenso de máquinas e implementos (CAVALIEIRI et al., 2009) e pisoteio animal no caso da pecuária (COSTA et al., 2009). Tais fatores resultam em alterações significativas na resistência do solo à penetração das raízes (SILVA; CABEDA, 2006) devido ao aumento da densidade e à diminuição da porosidade do solo, acarretando diversos prejuízos no desenvolvimento do sistema radicular das plantas (KAISER et al., 2009), visto que este sistema está diretamente relacionado ao crescimento e desenvolvimento da mesma.

Independente da exploração, agricultura ou pecuária, o solo pode apresentar maior propensão ao aumento da resistência à penetração pelo seu processo de formação, relacionado ao tamanho e arranjo das partículas, dessa forma diferentes áreas que nunca sofreram a interferência do homem podem apresentar, devido ao seu processo pedogênico, diferentes níveis de resistência à penetração (CAVALIERI et al., 2009).

Cada implemento agrícola age de forma singular na alteração das propriedades físicas do solo. Carvalho Filho et al. (2007) relatam que para o sistema convencional de preparo do solo, inicialmente se faz a aração, caracterizada pelo preparo convencional primário do solo, e em seguida realiza-se o preparo convencional secundário com uma ou duas gradagens para destorroamento e nivelamento. Atualmente, ainda é adotado o sistema convencional de cultivo (REICHERT et al., 2009), que utiliza dois ou mais implementos agrícolas, e normalmente aumenta a resistência à penetração nas camadas abaixo da profundidade de corte, prejudicando a infiltração de água no solo e favorecendo o escoamento superficial (LOUZADA et al., 2007).

Outro implemento agrícola muito utilizado para preparo do solo é o subsolador, sendo normalmente empregado em áreas conduzidas sob sistema de cultivo mínimo. O subsolador também é utilizado para descompactar o solo em áreas de plantio direto consolidado, pois, devido ao baixo revolvimento do solo, mantém certa quantidade de matéria vegetal sobre a superfície do solo (FERNANDES; GAMERO, 2010).

A resistência à penetração do solo tem sido um dos parâmetros mais utilizados na avaliação da estrutura física do solo, visando adequá-lo da melhor forma ao crescimento das plantas (PRINGLE; LARK, 2007; SUZUKI et al., 2007). Alguns instrumentos podem ser utilizados, dentre eles o penetrômetro de impacto de Stolf, de fácil e rápida determinação, (STOLF, 1991) baixo custo, boa viabilidade de trabalho em solos de alta resistência com diferentes texturas e baixa umidade (PEDRO VAZ et al., 2002).

Os diferentes tipos de implementos trabalham o solo de diferentes modos e em camadas específicas. Com isso, objetivou-se determinar a resistência do solo à penetração através do preparo do solo com diferentes implementos agrícolas.

## 2. Material e Métodos

O ensaio foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia (19°07'21" S, 51°43'15" W e altitude de 516 m), em outubro de 2015. O clima da região segundo a classificação climática de Köppen-Geiger é do tipo Aw (clima tropical chuvoso). O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006). Na Figura 1 são apresentados os dados de precipitação durante o período de condução do ensaio.

Os tratamentos foram compostos pelo preparo do solo com diferentes implementos agrícolas: grade leve, grade intermediária, subsolador, arado de disco e arado de aiveca. Os implementos utilizados para o preparo do solo são descritos a seguir:

Grade leve: modelo NVCR (Baldan), equipada com 28 discos (14 discos dianteiros recortados com diâmetro 22" e 14 discos traseiros lisos com diâmetro de 20"), espaçados em 175 mm e largura de corte de 2350 mm.

Grade intermediária: modelo GAICR (TATU Marchesan), equipada com 16 discos côncavos recortados com diâmetro de 26", espaçados em 270 mm e largura de corte 2000 mm.

Subsolador: modelo AST 3/3 (TATU Marchesan), equipado com 3 hastes espaçadas de 345 mm, ponteiros com 8 cm de largura e largura útil de corte de 690 mm.

Arado de aivecas: modelo AAH (TATU Marchesan), com 2 hastes, espaçados em 880 mm e largura de corte de 900mm.

Arado de discos: modelo ARH (Baldan), com três discos lisos de 30", espaçados em 610 mm e largura de corte de 800-1000 mm.

Após o preparo do solo com os diferentes implementos, foi realizada uma gradagem leve em todos os tratamentos, com o objetivo de nivelar a área. Para tracionar os diferentes implementos foi utilizado um trator de pneus 4x2 TDA com potência nominal de 85 cv, modelo New Holland TL 85.

Cada unidade experimental tinha 10,0 metros de comprimento por 5,0 metros de largura (50,0 m<sup>2</sup>). Para as avaliações, foi descartado 1,0 metro das quatro extremidades de cada unidade experimental, totalizando área útil de 24,0 m<sup>2</sup>.

Antes do preparo do solo avaliou-se a massa de matéria seca sobre o solo. Para tanto, foram coletadas cinco amostras com auxílio de um quadrado de ferro (0,5 m x 0,5 m) e uma tesoura de poda, de forma que o

quadrado foi jogado aleatoriamente em cada parcela e todas as plantas existentes no seu interior foram cortadas rente ao solo e embaladas em sacos de papel. No laboratório, os sacos de papel foram colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, e posteriormente pesados para a determinação da massa de matéria seca.

A resistência do solo à penetração foi avaliada antes do preparo do solo e 10 dias após o preparo do solo utilizando o penetrômetro de impacto de Stolf; equipamento constituído por um peso para provocar o impacto, uma haste e um cone para a penetração no solo. A penetração da haste é obtida pelo impacto de uma massa de 4 kg em queda livre de determinada altura (0,4 metros). A cada impacto foram registrados os valores do deslocamento (centímetros), os quais foram convertidos em pressão de penetração ou resistência à penetração (em unidades de MPa). Em cada unidade

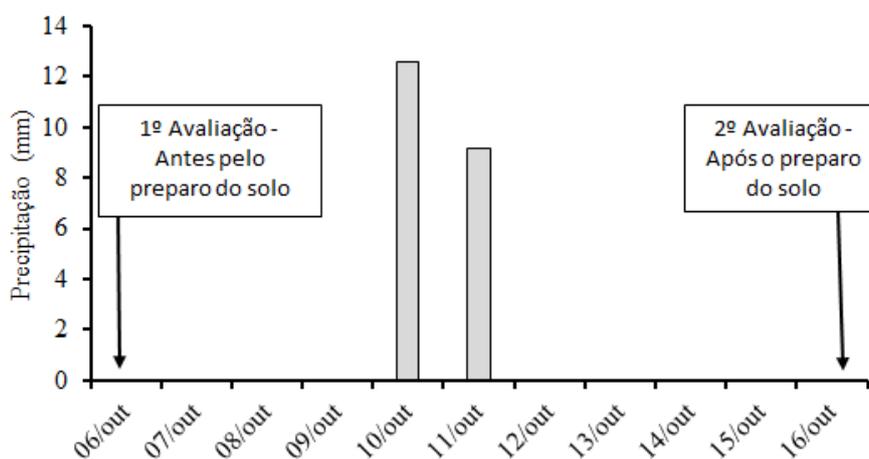
experimental foram realizadas 10 amostragens aleatórias de resistência do solo à penetração.

Juntamente com as avaliações de resistência do solo à penetração, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-20 cm; 21-40 cm e 41-60 cm para determinação da umidade gravimétrica do solo ( $U_g$ ), de acordo com a seguinte equação:

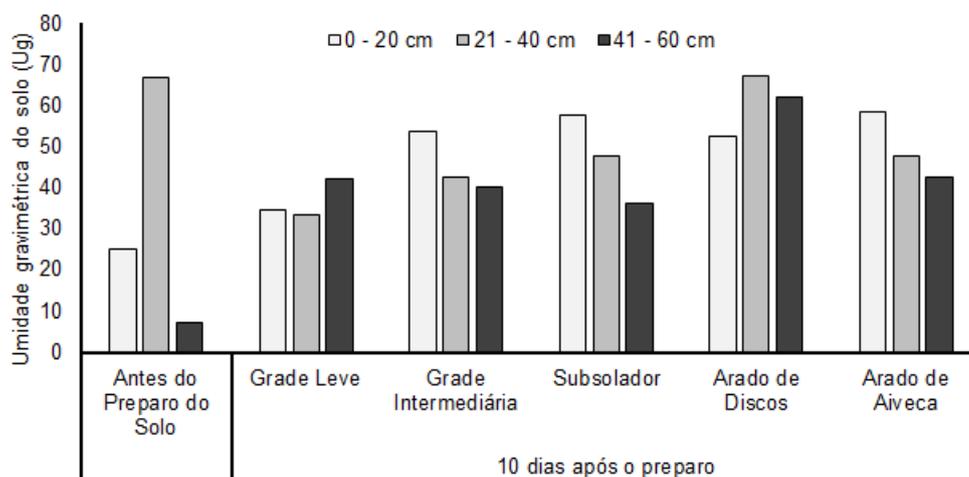
$$U_g = \frac{\text{Solo úmido} - \text{Solo seco}}{\text{Solo úmido}}$$

Os valores de umidade gravimétrica do solo antes e 10 dias após o preparo do solo são apresentados na Figura 2.

Após o preparo do solo também foi avaliada a porcentagem de cobertura vegetal do solo de acordo com a metodologia proposta por Chaila (1986). Após a coleta dos dados, foram estimados os intervalos de confiança da média e os resultados foram apresentados na forma de gráfico.



**Figura 1.** Precipitação durante o período de condução do ensaio (06 a 16 de outubro de 2015). Cassilândia – MS. Fonte: Estação Meteorológica de Cassilândia.



**Figura 2.** Umidade gravimétrica do solo na amostragem realizada antes do preparo do solo (06/10/2015) e 10 dias após o preparo do solo (16/10/2015).

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 3, são apresentados os dados da resistência do solo à penetração até 60 cm de profundidade antes da realização do preparo do solo. Na camada superficial do solo (0–20 cm) a resistência do solo à penetração máxima foi de 2,37 MPa. O maior valor de resistência do solo à penetração (4,68 MPa) ocorreu na camada em torno de 42,5 cm de profundidade.

Na Figura 4 são apresentados os resultados da resistência do solo à penetração 10 dias após o preparo do solo com diferentes implementos. Devido à elevada quantidade de matéria seca na superfície do solo na área experimental (3,0 Mg ha<sup>-1</sup>) a grade leve não revolveu adequadamente o solo, sendo que a resistência do solo à penetração foi superior à resistência dos demais preparos do solo (Figura 4). A grade intermediária revolveu o solo até a profundidade aproximada 12,5 cm; a partir dessa profundidade a grade intermediária não surtiu efeito, observando-se aumento da resistência do solo à penetração (Figura 4).

O subsolador revolveu o solo até a profundidade de 42,5 cm; a partir dessa profundidade o subsolador não reduziu a resistência do solo à penetração (Figura 4). Na camada em que o subsolador revolveu o solo, a resistência do solo à penetração chegou até 4,25 MPa. Os arados de disco e de aiveca influenciaram a resistência do solo à penetração até a camada de 42,5 cm (Figura 4). Entre as profundidades de 7,5 cm a 22,5 cm, o solo preparado com o subsolador apresentou maior resistência à penetração se comparado ao solo preparado com arado de discos e aiveca (Figura 4).

Nas camadas de solo abaixo de 40 cm verificou-se menor resistência do solo à penetração no preparo com arado de aiveca (Figura 4). Na área em que o solo foi preparado com a grade leve, a porcentagem de cobertura vegetal do solo após o preparo foi de aproximadamente 100% (Figura 5). Com exceção da área preparada com a grade leve, a área preparada com o subsolador foi a que apresentou maior porcentagem de cobertura vegetal do solo (Figura 5). As menores porcentagens de cobertura vegetal foram verificadas nas áreas preparadas com arado aiveca (30%) e arado de disco (38%) (Figura 5).

O preparo do solo com a grade leve praticamente não influenciou a resistência do solo à penetração, resultado que se deve a dois fatores: o implemento tem a função de nivelar o solo e não revolve-lo, principalmente em maiores profundidades; o segundo fator é a grande quantidade de matéria seca sobre o solo antes do preparo (3,0 Mg ha<sup>-1</sup>) o que impede a ação dos discos.

No preparo do solo com a grade intermediária, verificou-se que a partir da camada de 12,5 cm ocorre aumento considerável da resistência do solo à penetração. Isto se deve à profundidade de trabalho da

grade intermediária. Houve revolvimento do solo com a grade intermediária até a camada de 12,5 cm; a partir de então, o implemento não consegue revolver o solo, resultado em maior resistência à penetração.

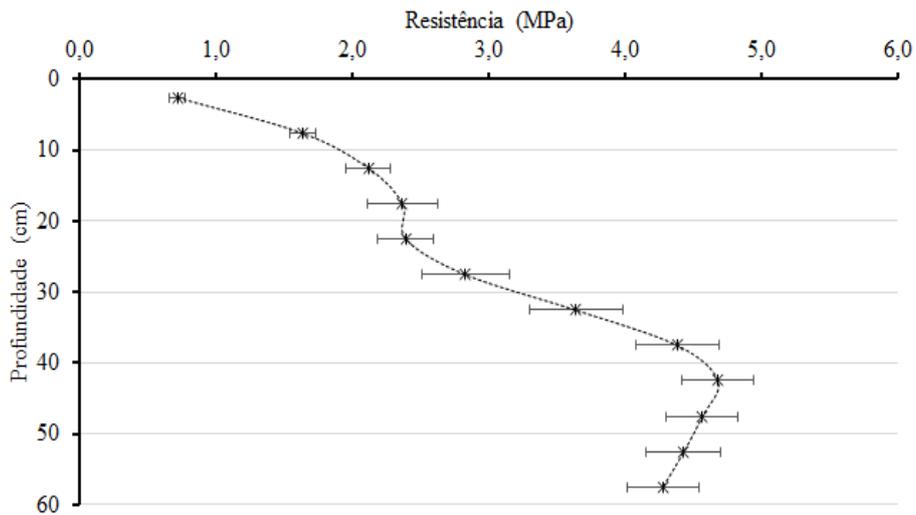
O subsolador influenciou a resistência do solo à penetração até a camada de 42,5 cm. Isto se deve à profundidade crítica do implemento; como neste caso o subsolador utilizava uma ponteira com 8 cm de largura, sua profundidade crítica se limita entre 40 e 56 cm. Deve se considerar a existência de uma profundidade crítica ao utilizar o subsolador; para profundidades maiores que a profundidade crítica este implemento não exerce efeito sobre o rompimento desta camada (TAVARES et al., 2016).

Os arados de disco e aiveca promoveram redução na resistência do solo à penetração até a camada de 42,5 cm de profundidade. Stone e Silveira (1999) ressaltam que o arado de aiveca revolve o solo até uma camada de aproximadamente 40 cm de profundidade; quando comparado a outros implementos de mesma função, promove menor resistência de penetração na faixa inferior à camada trabalhada. O mesmo pode ser destacado para o arado de discos. Os arados de disco e aiveca foram os implementos que promoveram a maior redução da resistência do solo à penetração quando comparado aos demais implementos; o trabalho de ambos os arados inverte as camadas do solo, promovendo maior revolvimento do mesmo.

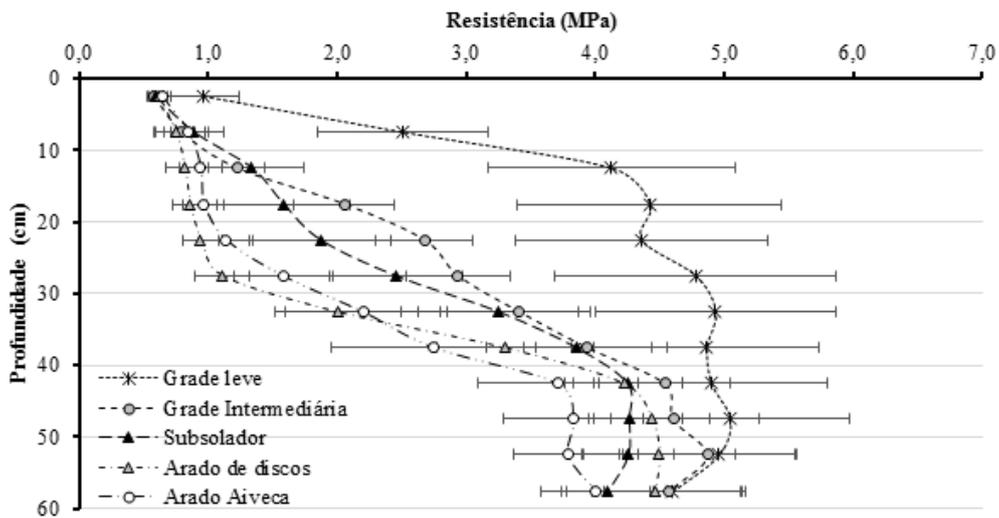
Verificou-se maior cobertura do solo sob preparo com grade leve pois com o uso deste implemento não há revolvimento do solo. Cortez et al. (2011) destacam que a grade leve tem menor capacidade de penetração no solo quando comparado a outros implementos devido ao menor diâmetro de discos e à menor massa dos mesmos.

O subsolador por sua vez foi o implemento que deixou maior cobertura vegetal dentre os que promoveram revolvimento adequado do solo. O subsolador não promove a inversão de camadas de solo, atua apenas rompendo as camadas de solo compactadas. Macedo et al. (2016) destacam que a subsolagem é uma prática realizada para corrigir e mobilizar o solo em camada sub-superficial, rompendo em sub-superfície as camadas compactadas torna-se vantagem o não revolvimento do solo. O subsolador não revolve o solo, atendendo, desta forma, as práticas de manejo conservacionista ou de cultivo mínimo (MACEDO et al., 2016; CARVALHO-FILHO et al., 2007) preservando a maior quantidade possível de matéria seca sobre o solo.

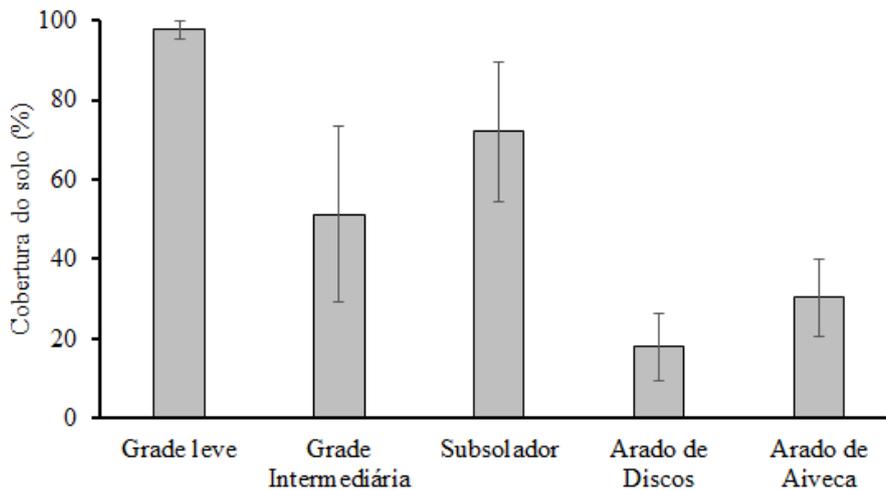
Verificou-se as menores porcentagens de cobertura vegetal do solo nos preparos de solo com os arados de disco e aiveca. O arado de discos e o arado de aiveca são implementos que revolvem o solo invertendo as camadas superficiais e sub-superficiais. Desse modo, há maior incorporação e resíduos vegetais.



**Figura 3.** Resistência do solo à penetração na amostragem realizada antes do preparo do solo (06/10/2015). As barras indicam os valores do intervalo de confiança da média.



**Figura 4.** Resistência do solo à penetração na amostragem realizada 10 dias após o preparo do solo (16/10/2015). As barras indicam os valores do intervalo de confiança da média; a sobreposição destas denota a ausência de diferenças entre as médias dos implementos agrícolas.



**Figura 5.** Cobertura vegetal do solo 10 dias após o preparo do solo (16/10/2015). As barras indicam os valores do intervalo de confiança da média e a sobreposição destas denota a ausência de diferenças entre as médias dos implementos agrícolas.

#### 4. Conclusões

A resistência do solo à penetração é menor quando realiza o preparo com o arado de disco ou arado de aiveca.

A cobertura vegetal do solo após o preparo é maior ao utilizar o subsolador.

A grade leve não é eficiente para revolver o solo em preparo primário.

#### Agradecimentos

À KAMAQ Máquinas e Implementos Agrícolas pela doação do Penetrômetro de Impacto de Stolff ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Sustentabilidade na Agricultura, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, da Unidade de Cassilândia.

#### Referências Bibliográficas

CAVALIERI, K. M. V.; SILVA, A. P.; ARVIDSSON, J.; TORMENA, C. A. Influência da carga mecânica de máquina sobre propriedades físicas de um cambissoloháplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 477-485, 2009.

CARVALHO FILHO, A.; CENTURION, J. F.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 1, p. 229-237, 2007.

CHAILA, S. Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y control. **Malezas**, Buenos Aires, v. 14, n. 2, p. 1-78, 1986.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; MOURA, M. R. D.; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. J. Atributos físicos do argissolo amarelo do semi-árido nordestino sob sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 35, n.4, p. 1207-1216, 2011.

COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n.2, p. 235-244, 2009.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. (2 ed.), Rio de Janeiro-RJ: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERNANDES, J. C.; GAMERO, C. A. Avaliação do desempenho das máquinas agrícolas na implantação da cultura do girassol. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu-SP, v. 25, n. 2, p. 74-87, 2010.

KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; COLLARES, G. L.; KUNZ, M. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 33, n. 4, p. 845-855, 2009.

LOUZADA, R. O; SENRA, A. F.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, C. M. A.; MOCHI VICTOR, D. Resistência à penetração em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, San José de las Lajas-Cuba, v. 16, n. 1, p. 31-36, 2007.

MACEDO, D. X. S.; SANTOS, V. C.; MONTEIRO, L. A.; COSTA, E.; MELO, R. P.; NASCIMENTO, H. C. F. Simples e eficiente. **Cultivar Máquinas**, Pelotas-RS, v. XIV, n. 159, p. 20-25, 2016.

PEDRO VAZ, C. M., PRIMAVESI, O.; PATIZZI, V. C.; LOSSI, M. F. **Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto**. São Carlos-SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. 5 p. (Comunicado Técnico n. 51)

PRINGLE, M. J.; LARK, R. M. Scale- and location-dependent correlations of soil strength and the yield of wheat. **Soil and Tillage Research**, v. 95, n. 1, p. 47-60, 2007.

REICHERT, J. M.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.; RIQUELME, U. F. B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 44, n. 3, p. 310-319, 2009.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. Modificações na matriz de um Argissolo Amarelo Coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 10, n.3, p.554-562, 2006.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 15, n. 2, p. 229-235, 1991.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos de preparo do solo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 34, n.11, p. 83-91, 1999.

SUZUKI, L. E. A. S.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 42, n. 8, p. 1159-1167, 2007.

TAVARES, T. O.; VOLTARELI, M. A.; PAIXÃO, C. S. S.; SANTOS, A. F.; SILVA, R. P. Para descompactar. **Cultivar Máquinas**, Pelotas-RS, v. XIV, n. 162, p. 28-31, 2016.