MANEJO DE ADUBAÇÃO E ATRIBUTOS FÍSICOS DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO CULTIVADO COM MILHO

Gislayne Luiza Simões, Adriana Aparecida Ribon, Kathleen Lourenço Fernandes

Universidade Estadual de Goiás – UEG, Palmeiras de Goiás, GO. E-mail: adriana.ribon@ueg.com

RESUMO

O uso de adubos orgânicos vem crescendo a cada ano, todavia sua eficiência na melhora da qualidade física do solo ainda é muito discutida. Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica nos atributos físicos de um solo cultivado com milho. O experimento foi realizado na área do Instituto de Pesquisa São Vicente pertencente à Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), no município de Campo Grande - MS, em um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições, onde os tratamentos foram compostos por seis tipos de adubação, T1 (100% adubo orgânico), T2 (50% adubo orgânico), T3 (50% adubo orgânico +50% adubo mineral), T4 (100% adubo mineral à lanço), T5 (100% adubo mineral na linha). A coleta dos dados foi aos 70 dias após a incorporação do adubo orgânico, onde foram coletadas amostras indeformadas nas seis profundidades e a resistência do solo à penetração através de um penetrômetro de Impacto modelo IAA/Planalsucar/Stolf, no total de dois pontos em cada parcela nas profundidades de 0-0,1 m; 0,1-0,2 m; 0,2-0,3 m; 0,3-0,4 m; 0,4-0,5 m; 0,5-0,6 m. Na camada de 0,0 a 0,10 m, no tratamento onde foi aplicado 100% do adubo orgânico, foi o que apresentou o menor valor de densidade do solo em relação aos demais. O tratamento que recebeu 100% do adubo orgânico não apresentou diferenças significativas nos valores de resistência do solo à penetração nas profundidades avaliadas.

Palavras-chave: densidade do solo; resistência do solo à penetração; *Zea mays.*

MANURE MANAGEMENT AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF QUARTZIPSAMMENT WITH CORN

ABSTRACT

The use of organic fertilizers is growing every year, but its effectiveness in improving soil physical quality is still much discussed. Thus, this study aimed to evaluate the effect of organic manure on the physical attributes of a soil cultivated with corn. The experiment was conducted in the area of Saint Vincent Research Institute belonging to the Dom Bosco Catholic University (UCDB) in Campo Grande - MS, in a Entisol latosolic. The experimental design was a randomized block in split plot with three replications, where the treatments were composed of six types of fertilizer, T1 (100% organic fertilizer), T2 (50% organic fertilizer), T3 (50% organic fertilizer +50% mineral fertilizer), T4 (100% mineral fertilizer to haul), T5 (100% mineral fertilizer on the line). Data collection was 70 days after the incorporation of organic fertilizer where undisturbed samples were collected in the six depths and soil resistance to penetration by an impact penetrometer Model IAA / Planalsucar/Stolf totaling a point in each portion in the depths of 0-0.1 m; 0.1-0.2 m; 0.2-0.3 m; 0.3-0.4 m; 0.4-0.5 m; 0.5-0.6 m. The layer from 0.0 to 0.10 m, where the treatment was applied 100% organic fertilizer is what presented the lower soil density compared to other same. The treatment he received 100% of organic fertilizer showed no significant differences in soil resistance to penetration values evaluated in depth.

Keywords: soil bulk density; soil resistance to penetration; *Zea mays.*

INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem sido de grande importância socioeconômica para o Brasil, sendo praticada em muitos estados, e sua produção vem crescendo a cada ano. No entanto, a cultura apresenta alguns problemas no Brasil. Grande parte dos produtores é de pequeno porte e não utilizam tecnologia alguma. A falta de sementes certificadas, o pouco uso de fertilizantes, corretivos e defensivos, assim como o atraso na colheita são considerados problemas importantes, que ocasionam a diminuição da qualidade dos grãos entre outros (EMBRAPA, 2008).

Ainda assim, a cultura apresenta altos índices de produção e produtividade. De acordo com dados da Conab (2013), na última safra foram 43.187.700 ton, 10,4% maior que a safra anterior, sendo um dos grãos mais produzidos no mundo.

Atualmente, a cultura do milho, vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade e produção. Entre essas tecnologias, destaca-se a necessidade de melhorias na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada. Essa melhoria na qualidade do solo está geralmente relacionada ao adequado manejo, o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas, o plantio direto sobre a palha e o manejo da fertilidade, através da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macronutrientes e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (estercos, compostos orgânicos, adubação verde, entre outros).

O emprego de adubo orgânico na agricultura tem sido uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizadas em substituição aos adubos químicos do solo. O adubo orgânico quando utilizado de forma isolada ou associada a adubos minerais possui propriedades altamente benéficas ao solo, tais como retenção de umidade, fornecimento de nutrientes, aumento da microbiota do solo e estrutura do solo. Segundo Kitamura et al. (2008), a adição de várias fontes de material orgânico tem como principal função a melhora das propriedades químicas e físicas do solo.

Tem sido observado que o emprego de adubo orgânico, na forma de composto orgânico, na cultura do milho apresenta-se como uma prática capaz de elevar a produção, obtendo-se médias iguais ou superiores àquelas obtidas com a adubação química. No que diz respeito às propriedades físicas do solo, a adoção do composto orgânico promove redução da densidade do solo, aumento de sua porosidade e do fluxo de água, promove a estabilização de agregados, entre outros atributos que tornam os solos mais fáceis de serem manejados (ANDREOLA et al., 2000).

O uso de compostos orgânicos contribui para o aumento de matéria orgânica nos solos, que por sua vez ao melhorar a estrutura do solo melhora a qualidade física do mesmo, diminuindo a sua densidade e resistência á penetração de raízes (VALADÃO et al., 2011).

Todavia pesquisas que apontam a eficiência de compostos orgânicos na melhora da qualidade física do solo ainda são escassas e necessárias para melhor uso dos compostos e melhor manejo dos solos. Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação orgânica e da adubação mineral sobre a compactação de um solo classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico, cultivado com milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa "Instituto São Vicente", da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), município de Campo Grande - MS, nas seguintes coordenadas geográficas: 20° 23' Latitude Sul, 54° 36' de Longitude Oeste e altitude 641 m.

O solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO QUARTZARÉNICO Órtico latossólico (EMBRAPA, 2013), fase arenosa, (151 g kg^{-1} de argila; 60 g kg^{-1} de silte e 789 g kg^{-1} de areia) e relevo suavemente ondulado. O clima da região é caracterizado como do tipo mesotérmico, com estiagem no inverno.

Tabela 1. Resultados da análise química do NEOSSOLO QUARTAZRÊNICO órtico latossólico. Campo Grande – MS.

pH	P	MO	K	Ca	Mg	Al	H	S	T	V
$CaCl_2$	mg dm^{-3}	g dm^{-3}	----------$cmol_c$ dm^{-3}----------							%
5,40	3,87	22,50	0,26	4,25	1,50	0,0	2,97	6,01	8,98	66,93

A adubação orgânica e a adubação mineral foram realizadas a lanço e na linha (conforme definição dos tratamentos), fazendo-se em seguida a incorporação mecanizada dos adubos, na semana do plantio. Foram aplicadas 20 Mg ha^{-1} do composto orgânico (base úmida) e 290 kg ha^{-1} de (N-P-K) 08-20-16 de acordo com a análise de solo, seguindo as recomendações de adubação de Raij et al. (1997). Foi semeada a variedade BR-206, com o objetivo de atingir a densidade populacional de 55.000 plantas ha^{-1}. O ciclo da variedade é de 63 dias para florescimento e aproximadamente 130 dias para maturação.

O regime pluviométrico e as temperaturas do período estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Índice pluviométrico e temperatura do período avaliado na área experimental. Campo Grande-MS, 2008.

Mês	Precipitação (mm)	Tº (C) Máxima	Tº (C) Mínima	Tº (C) Média
Dezembro	234,8	35,1	18,6	24,3
Janeiro	252,2	31,6	19,7	23,6
Fevereiro	109,4	31,9	18,3	23,6

O adubo orgânico utilizado continha 50% de matéria orgânica, 3% de fósforo (P), 4% de nitrogênio (N), 1,5% de potássio (K) e relação C/N de 10/01.

O delineamento experimental seguiu a distribuição em blocos ao acaso em esquema fatorial com parcelas subsubdivididas e três repetições, onde os tratamentos foram compostos por seis tipos de adubação, sendo: 100% adubação orgânica (T1); 50% adubação orgânica + 50% adubação mineral á lanço (T2); 50% adubação orgânica (T3); 100% adubação mineral à lanço (T4); 100% adubação mineral na linha (T5). Foram mantidos 0,5 m de bordadura na extremidade de cada parcela.

As parcelas (dimensões de 3m de largura por 7,5 m de comprimento, totalizando 22,5 m^2) corresponderam às formas de adubação (orgânica e mineral). As subparcelas representaram as doses dos adubos e as subsubparcelas as profundidades de solo amostrado (0,0-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m; 0,30-0,40 m; 0,40-0,50 m e 0,50-0,60 m) para a avaliação das propriedades físicas do solo.

A coleta dos dados foi realizada aproximadamente 70 dias após a incorporação do composto orgânico. A densidade do solo foi avaliada em um total de seis amostras por parcela, utilizou-se o método do anel volumétrico, com volume do anel de 50 cm^3. As amostras do anel volumétrico foram secas em estufa à 105º C por 24 horas. Após a secagem do solo, obteve-se a massa de terra seca e, com o volume do anel conhecido, obteve-se a densidade aparente do solo (EMBRAPA, 2011). As profundidades avaliadas foram 0,0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30, 0,30-0,40, 0,40-0,50, 0,50-0,60 m.

A resistência do solo à penetração foi determinada com duas repetições em cada parcela nas profundidades acima citadas, com o uso do penetrômetro de impacto Modelo 12 IAA/Planalsucar com ângulo de cone de 30°, A transformação dos resultados da penetração da haste do aparelho no solo (cm/impacto) em resistência à penetração (MPa) foi determinada segundo Stolf (1991).

A umidade do solo foi obtida em amostras deformadas pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 2011), no momento da coleta das amostras de densidade e resistência do solo.

O efeito da adubação orgânica e mineral sobre os parâmetros físicos do solo foi analisado pelo contraste entre médias do teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às propriedades físicas do solo encontram-se expressos nas Tabelas 3 a 5.

A densidade do solo de acordo com os resultados obtidos (Tabela 3) não apresentou diferença significativa em função das adubações orgânicas e/ou minerais em nenhuma das profundidades avaliadas. As médias de densidade do solo de modo geral foram menores nos tratamentos que receberam adubação orgânica, com valores variando de 1,41 Mg m^{-3} a 1,76 Mg m^{-3}. Enquanto nos tratamentos com adubação mineral e no tratamento testemunha, a variação foi de 1,54 Mg m^{-3} a 1,81 Mg m^{-3}.

Tabela 3. Valores de densidade do solo (Mg m^{-3}), obtidos para seis profundidades de um NEOSSOLO QUARTAZRÊNICO órtico latossólico submetidos à adubação orgânica e mineral. Campo Grande - MS.

Tratamento	Profundidade (m)					
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
T1*	1,41Aa	1,67Aa	1,71Aa	1,72Aa	1,62Aa	1,62Aa
T2	1,49Aa	1,61Aa	1,56Aa	1,71Aa	1,69Aa	1,76Aa
T3	1,54Aa	1,71Aa	1,71Aa	1,58Aa	1,59Aa	1,56Aa
T4	1,54Aa	1,73Aa	1,73Aa	1,69Aa	1,71Aa	1,64Aa
T5	1,61Aa	1,81Aa	1,80Aa	1,70Aa	1,74Aa	1,68Aa

*T1 adubação orgânica (100%); T2 adubação orgânica (50%) + adubação mineral à lanço (50%); T3: adubação orgânica (50%); T4 adubação mineral à lanço (100%); T5 adubação mineral na linha (100%). Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em função dos resultados obtidos sugere-se que a aplicação de uma dose maior de adubo orgânico utilizado poderia promover efeito significativo na redução da densidade do solo. Contudo, a quantidade aplicada ainda deve estar de acordo com as necessidades do solo, de modo que não cause danos ao mesmo. Valadão et al. (2011) também não observaram diminuição nos valores de densidade do solo em resposta à adubações orgânicas com cama de frango, atribuindo estes resultados à quantidade de composto aplicada. Costa et al. (2009) observaram que com o aumento nas doses de compostos orgânicos há redução nos valores de densidade do solo.

Resultados semelhantes ao encontrados neste trabalho foram obtidos por Gomes e Scapim (2005) onde não foi constatado efeito do adubo orgânico e mineral sobre a densidade em um ARGISSOLO

VERMELHO-AMARELO na cultura do milho. No entanto, sabe-se que tais compostos orgânicos são ricos em matéria orgânica que melhora a estrutura do solo promovendo redução da densidade do solo e aumento da porosidade total, tornando o solo de fácil manejo, e um melhor ambiente para desenvolvimento de plantas. Valadão et al. (2011) também observaram tendência a menores valores de densidade do solo nas camadas superficiais de solos tratados com adubo orgânico.

Os valores médios de resistência do solo à penetração e umidade gravimétrica para o NEOSSOLO QUARTZARÊNICO encontram-se expressos respectivamente nas Tabelas 4 e 5.

De acordo com os resultados obtidos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados para as profundidades estudadas. Valadão et al. (2011), estudando a adubação orgânica, também não observaram diferenças significativas para a resistência do solo à penetração.

Kitamura et al. (2008) ao estudarem a adubação verde e adubação com lodo de esgoto observaram que a densidade do solo foi a propriedade física mais alterada, dentre as estudadas (densidade do solo, macro e micro porosidade). Estes autores afirmaram que os resultados foram provenientes do incremento de matéria orgânica no solo (MOS), o qual por sua vez possui alto potencial para influenciar os atributos físicos do solo. A MOS é responsável pela melhora na infiltração e retenção de água no solo e menor suscetibilidade à erosão, por atuar na reestruturação do solo (CONCEIÇÃO et al., 2004).

A ausência de respostas à adubação verificada neste trabalho e em outras literaturas (citadas anteriormente) pode ter ocorrido em função do tempo. Alves e Suziki (2004) afirmam que as propriedades físicas de solos do Cerrado respondem lentamente à recuperação. Desta forma, a adubação orgânica trata-se de um investimento a longo prazo. Entretanto a rapidez com que as mudanças ocorrem varia conforme o tipo de solo, clima e vegetação original (LIMA et al., 2008).

Tabela 4. Valores médios de resistência do solo à penetração (MPa) medido em seis profundidades de um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico latossólico submetidos à adubação orgânica e mineral. Campo Grande-MS 2008.

Tratamento	Profundidade (m)					
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
T1*	1,67Ab	3,00Aab	4,67Aa	4,33Aa	3,67 Aa	3,67Aa
T2	1,00Ac	2,33ABbc	3,67ABab	4,33Aa	3,33Aab	2,67Ab
T3	1,33Ab	2,00ABab	3,67ABa	2,67Aab	3,00Aab	3,67Aa
T4	1,00Ab	1,00Bb	2,67Bab	3,33Aa	2,67Aab	2,00Aab
T5	1,00Ab	2,33ABab	2,33Bab	3,00Aa	2,00Aab	2,67Aab

*T1 adubação orgânica (100%); T2 adubação orgânica (50%) + adubação mineral à lanço (50%); T3: adubação orgânica (50%); T4 adubação mineral à lanço (100%); T5 adubação mineral na linha (100%). Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas nos valores de umidade gravimétrica no momento da coleta dos dados de penetrometria, para as camadas subsuperficiais (Tabela 5). Todavia, na camada de 0,0 a 0,10 m observa-se ampla variação nos valores de umidade para os diferentes tratamentos, que provavelmente acarretou variações nos valores de resistência do solo à penetração, dificultando a comparação entre os tratamentos.

Tabela 5. Valores de umidade gravimétrica de um NEOSSOLO QUARTARÊNICO órticCARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE LATOSSOLOS E CAMBISSOLOS NO BIOMA CERRADOo latossólico (kg kg^{-1}), submetidos à adubação orgânica e mineral, obtidos para as seis profundidades coletadas no momento da determinação da resistência do solo à penetração. Campo Grande.

Tratamento	Profundidade (m)					
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
T1*	24,35ABa	15,56Aa	13,87Aa	18,73Aa	18,14Aa	20,36Aa
T2	18,68Ba	16,88Aa	14,21Aa	17,43Aa	16,61Aa	18,47Aa
T3	19,11ABa	16,61Aa	17,11Aa	18,87Aa	19,98Aa	21,58Aa
T4	16,53Ba	17,31Aa	17,20Aa	19,04Aa	19,41Aa	19,06Aa
T5	36,84Aa	16,45Aa	16,13Aa	16,74Aa	19,18Aa	19,58Aa

*T1 adubação orgânica (100%); T2 adubação orgânica (50%) + adubação mineral á lanço (50%); T3: adubação orgânica (50%); T4 adubação mineral à lanço (100%); T5 adubação mineral na linha (100%). Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Ribon (2004), a umidade gravimétrica é uma propriedade física inversamente correlacionada com a resistência do solo à penetração, ou seja, solos com maior teor de umidade provavelmente apresentarão menor resistência à inserção da

haste do penetrômetro, pois a água apresenta um efeito lubrificante ao redor das partículas de solo. Várias pesquisas destacam a importância da umidade gravimétrica para interpretação correta dos resultados de penetrometria (RIBON 2000; RIBON et al., 2002; RIBON et al., 2003; RIBON; TAVARES FILHO 2004).

Analisando separadamente os valores de resistência do solo à penetração verifica-se um comportamento diferenciado para os diferentes tratamentos. O tratamento que recebeu 100% do composto orgânico apresentou diferenças significativas nos valores de resistência do solo à penetração nas profundidades avaliadas. O menor valor foi observado na camada superficial do solo (0 a 0,20 m), provavelmente devido ao efeito benéfico na estrutura do solo decorrente da adição do composto orgânico nessa profundidade.

É importante destacar, que além do efeito do composto orgânico, o teor de umidade no perfil do solo deve ser levado em consideração na interpretação desses resultados, pois os maiores valores de umidade gravimétrica ocorreram na camada (0-0,20 m). Provavelmente a adição do composto orgânico, além de auxiliar na agregação e melhoria da estrutura do solo, proporcionou maior retenção de água nas camadas superficiais, mantendo-as com maior quantidade de água em relação às demais. Estes resultados são concordantes com Pedrotti et al. (2001), que verificaram a manutenção de teores mais elevados de água na camada superficial do solo em função da manutenção da cobertura vegetal em sistema de plantio direto e menores valores de resistência do solo à penetração.

Na literatura existem diversos trabalhos que citam que o valor de 2,0 MPa impede o desenvolvimento radicular da maioria das culturas (COLLARES et al., 2006; FREDDI et al., 2007). Entretanto, para uma real interpretação dos resultados torna-se necessária a avaliação do sistema radicular da cultura. Segundo Tavares Filho et al. (2001), para a cultura do milho, valores de resistência superiores a 3,5 MPa não foram restritivos ao desenvolvimento radicular. Para todos os tratamentos, somente a camada superficial (0-0,10 m) apresentou valor inferior a 2,0 MPa. Provavelmente, uma incorporação em camadas mais profundas do solo poderia reduzir os valores de resistência do solo à penetração, evitando-se um provável grau de compactação limitante ao desenvolvimento radicular do milho. Desta maneira, a abertura de trincheiras é imprescindível para esse tipo de avaliação, através das quais é possível verificar a distribuição de raízes nas diferentes camadas do solo, avaliando-se o efeito da adubação orgânica e mineral nos atributos físicos do solo (TORRES; SARAIVA, 1999).

CONCLUSÃO

A utilização de adubação orgânica não reduz à curto prazo a compactação do solo, avaliada por meio de resistência à penetração e densidade do solo.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. E. A. S. Influência de diferentes sistemas de manejo de solo na recuperação de suas propriedades físicas. **Acta Scientiarum,** v. 26, p. 27-34, 2004. DOI: 10.4025/actasciagron.v26i1.1953. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i1.1953

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e/ou mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p.857-865, 2000. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000400017

COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Qualidade física do solo na produtividade da cultura do feijoeiro num Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p.1663-1674, 2006. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006001100013

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Safra 2012/2013. Nono Levantamento. Junho/2013. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: 2013.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Ciência Agrotecnologica,** v. 29, p. 777-788, 2005. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832005000500013

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho sob pastagem degradada, influenciada pela aplicação de cama de frango. **Revista Ciência Agrotecnologica,** v.33, p.1991-1998, 2009. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000700050

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** 2008. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cntia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/fertilidade.htm>.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: SNLCS, 2011. 225p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, , v. 31, n. 4, 2007. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000400003

GOMES, J.A. SCAPIM, C. A. et al. Adubação orgânica e mineral, produtividades do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Scientia Agronomy**, v. 27, n.3, p. 521-529, 2005.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Ciência Agrotecnologica,** v. 32, p. 405-416, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832008000100038

LIMA, A. M. N.; SILVA, I. R. da; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N, F. de; MENDONÇA, E. de S.; DEMOLINARI, M. de S. M.; LEITE, F. P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no vale do Rio Doce-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 32, p. 1053-1063, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000300014

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANA, S.; FEREIRA, 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. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000300001

RIBON, A. A. Estudo da resistência do solo à penetração em Latossolos. 2004. 113p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina –PR.

RIBON, A. A**. Propriedades físicas de Latossolo e Podzólico cultivados com seringueira (*Havea brasiliensis*) submetidos a práticas de manejos no Planalto Ocidental Paulista**. 2000. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal - SP.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; CARVALHO FILHO, A. Propriedades físicas de Latossolo e Argissolo em função de práticas de manejo aplicadas na entrelinha da cultura da seringueira (*Havea brasilensis*). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 781-787, 2002.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; PEREIRA, G. T Densidade e resistência à penetração de solos cultivados com seringueira em diferentes manejos. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 13-17, 2003.

RIBON, A. A.; TAVARES FILHO, J. Models for the estimation of the physical quality of a yellow red latosol (oxisol) under pauture. **Brasilian archives of biology na tecnology and international journal**, Curitiba, v. 47, n. 1, p. 25-31, 2004.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformações dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n. 2, p. 29-35, 1991.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25. P.725-730, 2001. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000300022

TORRES, E.; SARAIVA, O. F. **Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58p. (Circular Técnica; n. 23).

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JUNIOR, D. D.; SILVA, T. J. Variação nos atributos do solo em sistema de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira De Ciência do Solo**, v.35, p.2073-2082, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000600022

Recebido para publicação em 11/12/2013
Revisado em 08/07/2015
Aceito em 19/11/2015