

## **COMPORTAMENTO FÍSICO DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO SOB DIFERENTES DOSES DE PALHA DE AVEIA**

*Valter Bezerra Dantas*

Mestre em Ciência do Solo, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: valter.fisic@hotmail.com

*Francisco Alexandre de Moraes*

Estudante de Agronomia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: morais@scientist.com

*Joaquim Odilon Pereira*

D. Sc., Professor do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: jodilon@ufersa.edu.br

*Ricardo Augusto Callegari*

Mestre em Ciência do Solo, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: callegarigas@yahoo.com.br

*Gleidson Bezerra de Góes*

Estudante do Mestrado em Agronomia (Fitotecnia), Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró-RN. E-mail: gleidsongoes@hotmail.com

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de palha de aveia (*Avena sativa*) no estado estrutural e orgânico de um Latossolo Vermelho Distroférico, um experimento foi realizado no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, localizado no município de Cascavel, PR, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 (quatro doses de palha de aveia e três profundidades) com quatro repetições. Os atributos avaliados foram densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, umidade do solo e matéria orgânica. Efeito significativo para as doses, profundidades e a interação entre elas é observado para densidade do solo e porosidade total. O incremento de palha de aveia melhora a estrutura do solo, principalmente na profundidade 0,00-0,05 m. A dose 60 t ha<sup>-1</sup> apresenta o melhor desempenho.

**Palavras-chave:** matéria orgânica, estrutura do solo, cobertura morta, *Avena sativa*.

## **COMPORTAMIENTO FÍSICO DE UN LATOSUELO ROJO DISTROFÉRRICO SOB DIFERENTES NIVELES DE PAJA DE AVENA**

**RESUMEN:** Para evaluar el efecto de la paja de avena (*Avena sativa*) en el estado natural y orgánica de un latosuelo rojo distroférrico, se realizó un experimento en el Centro Experimental de Ingeniería Agrícola, perteneciente a la Universidad Estatal del Oeste de Paraná, UNIOESTE situada en Cascavel, PR, Brazil. El diseño experimental fue completamente aleatorizado factorial 3 x 4 (cuatro dosis de paja de avena y tres profundidades) con cuatro repeticiones. Los siguientes atributos son la densidad Del suelo, densidad, de La particola porosidad total, humedad del suelo y materia orgánica. efecto significativo sobre la velocidad, la profundidad y la interacción entre ellos se observa la densidad aparente y porosidad. El incremento de la paja de avena mejora la estructura del suelo, especialmente en la profundidad de 0,00 hasta 0,05 m. La dosis de 60 t ha<sup>-1</sup> presentaran los mejores resultados.

**Palabras clave:** materia orgánica, la estructura del suelo, cobertura muerta, *Avena sativa*.

## **PHYSICAL BEHAVIOR OF AN OXISOL UNDER DIFFERENT DOSES OF OAT STRAW**

**ABSTRACT:** In order to evaluate the effect of oat straw (*Avena sativa*) in the structural and organic state of an Oxisol, an experiment was realized at the Experimental Center of Agricultural Engineering, at the Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, located in Cascavel, PR, Brazil. The experimental design was completely randomized in a factorial 4 x 3 (four doses of oat straw and three depths) with four replicates. The evaluated characteristics were bulk density, particle density, total porosity, soil moisture and organic matter. Significant effect on the doses, depths and the

interaction between them is observed for bulk density and total porosity. The increment of oat straw improves the soil structure, especially in the depth 0,00-0,05 m. The dose 60 t ha<sup>-1</sup> has the best performance.

**Key words:** organic matter, soil structure, mulch, *Avena sativa*.

## INTRODUÇÃO

As propriedades físicas do solo são modificadas de acordo com o manejo a que ele é submetido, que normalmente são agravadas pelo constante uso de implementos e tráfego agrícola utilizados no preparo convencional. Algumas mudanças ocorrem em um período curto de tempo ou mesmo em uma simples prática de preparo; outras, apenas serão visíveis ou mensuráveis com um manejo contínuo (THIMÓTEO et al., 2001).

Em relação à melhoria das propriedades físicas do solo, há uma grande contribuição da matéria orgânica (BARRETO et al., 2006). Ao se adicionar palha no solo, a atividade microbiana é intensificada, resultando em produtos (agentes cimentantes) que proporcionam a formação e estabilização de agregados (CAMPOS et al., 1995). Além disso, a matéria orgânica é um dos mais importantes fatores que atuam na estruturação do solo nos horizontes superficiais. A estrutura do solo também tem grande influência nas propriedades hidrológicas do solo, que se bem estruturados possuem um espaço poroso que favorece o deslocamento e armazenamento de água, além de reduzir as perdas por erosão da camada superficial. Em solos com a estrutura degradada, os macroporos responsáveis pela infiltração de água são limitantes, favorecendo o escoamento superficial.

A influência da matéria orgânica sobre a agregação do solo ocorre por um processo dinâmico. Segundo Braidá et al. (2006) isso ocorre pelas seguintes razões: efeito amortecedor da matéria orgânica, que resulta em dissipação de parte da energia aplicada; capacidade de retenção da água da matéria orgânica, que, ao retê-la junto de suas partículas, impede que a água atue como lubrificante entre as partículas minerais; capacidade da matéria orgânica em estabelecer ligações entre as partículas de solo, aumentando a coesão entre as mesmas, e baixa densidade da matéria orgânica, de modo que, ao aumentar o teor de matéria orgânica, diminui a densidade da mistura solo e matéria orgânica.

No Estado do Paraná vem ocorrendo o cultivo intensivo do solo e o seu preparo em condições inadequadas, alterando suas características físicas em graus variáveis (GABRIEL FILHO et al., 2000; GIAROLA et al., 2007; PEQUENO et al., 2007). Este fato se destaca nas áreas próximas à cidade de Cascavel (LOPES et al., 2007). Pesquisas com espécies de palha para uso nas condições edafoclimáticas do sul brasileiro ainda são restritas, fazendo-se necessário ampliá-las na busca por uma dose ideal à região, com grande capacidade de suporte ao solo nos períodos críticos e com potencial para contribuir com maior eficácia na proteção e regeneração das características físicas do solo.

Nesse contexto, o presente trabalho teve o objetivo de estudar o efeito da aplicação de palha de aveia (*Avena sativa*) no estado estrutural e orgânico de um Latossolo Vermelho Distroférico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 19 de agosto a 22 de dezembro de 2005 e conduzido no Núcleo Experimental de Engenharia Agrícola (NEEA), pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, localizado no município de Cascavel, PR, Brasil, situado no km 95 da BR 467, e com localização geográfica definida pelas coordenadas 24° 54' de Latitude Sul e 53° 31' de Longitude Oeste, altitude de 760 metros. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com relevo plano e de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). O clima é temperado mesotérmico e super úmido, conforme classificação de Köppen. A temperatura média em torno de 21 °C, sendo a precipitação média anual de 1940 mm e umidade relativa do ar média anual de 75%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 (quatro doses de palha de aveia e três profundidades) totalizando 12 tratamentos com quatro repetições.

Prepararam-se quatro parcelas, medindo 2 x 1 m cada, isoladas com pranchas de madeira; três parcelas tiveram aplicações de palha de aveia nas doses 20, 40 e 60 t ha<sup>-1</sup>, e uma parcela sem aplicação, que foi utilizada como testemunha. Depois de 125 dias de aplicação da palha, iniciaram-se as coletas de solo, em três profundidades (0,00-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m), com anéis de dimensões de 0,024 m de altura por 0,074 m de diâmetro, extraindo-se quatro amostras por profundidade e dose, e em seguida acondicionadas em estufa a 105 °C por 24 horas, as quais serviram para determinar a densidade do solo ( $\rho$ ) e umidade do solo seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997). Coletaram-se também quatro amostras de solo, nas mesmas profundidades e doses, e em seguida acondicionadas em sacos plásticos para determinar a matéria orgânica e densidade de partículas. A matéria orgânica foi determinada nos laboratórios da Companhia de Desenvolvimento Tecnológico de Cascavel (CODETEC), seguindo a metodologia de Kiehl (1979). Para determinação da densidade de partículas ( $\rho_p$ ), foi utilizado o método do picnômetro com água, neste caso determinando-se o volume de água deslocado pela fase sólida de uma amostra de solo de massa conhecida, num picnômetro de volume conhecido (KIEHL, 1979). A porosidade total foi determinada pelo método indireto (EMBRAPA, 1997).

Uma análise de variância foi realizada para avaliar os atributos estudados e as médias comparadas, nos níveis dos fatores estudados, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. O programa Sisvar foi utilizado na realização dessas análises (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que há efeito significativo para as doses, profundidades e a interação doses x profundidades para densidade do solo e porosidade total. Em relação à matéria orgânica, há efeito significativo para as doses e profundidades. No caso da umidade do solo, há efeito significativo para as profundidades e a interação doses x profundidades. Em relação à densidade de partículas, há efeito significativo apenas para as doses.

Tabela 1. Análise de variância para os atributos: densidade do solo (Ds), densidade de partículas (Dp), porosidade total (Pt), umidade do solo (Us) e matéria orgânica (MO) em função de diferentes doses de palha de aveia e profundidades, Cascavel-PR, 2005.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio				
		Ds	Dp	Pt	Us	MO
Doses	3	0,025**	0,011**	22,60**	1,15 <sup>ns</sup>	403,69**
Profundidades	2	0,042**	0,005 <sup>ns</sup>	59,74**	7,77**	74,68*
Interação D x P	6	0,004**	0,002 <sup>ns</sup>	5,20**	1,91**	11,61 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	-	-	-	-	-
Total	47	-	-	-	-	-
CV (%)	-	3,53	1,61	1,73	3,18	8,72

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> - não significativo.

Nas profundidades 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, a densidade do solo é estatisticamente inferior nas doses em relação à testemunha. Na profundidade 0,10-0,20 m, a densidade do solo só é estatisticamente inferior em relação à testemunha na dose 60 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1A).

Essa redução da densidade do solo pode ser atribuída ao aumento da matéria orgânica, pois isso diminui a densidade do solo e a compactação, pelo fato da matéria orgânica influenciar no poder de adsorção de água do solo (FIGUEIREDO et al., 2000). Também se verifica no presente experimento que a densidade do solo aumenta estatisticamente nas três doses à medida que aumenta a profundidade (Figura 1A). Esse comportamento pode ser atribuído ao adensamento dos horizontes em função da pressão exercida pelas camadas superiores sobre as subjacentes e também aos mecanismos de eluviação de argila que concorrem para a diminuição da porosidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2003), que observaram menor densidade do solo em subsuperfície num Latossolo Bruno sob plantio direto em relação ao plantio convencional. Entretanto, nesse caso avaliou-se o efeito em longo prazo. Já Thimóteo et al. (2001) observaram que não houve diferença estatística da densidade do solo num Latossolo Vermelho Distrófico sob plantio direto e plantio convencional nas profundidades avaliadas.

Na profundidade 0,00-0,05 m, a densidade de partículas é estatisticamente inferior nas doses 40 e 60 t ha<sup>-1</sup> em relação à dose 20 t ha<sup>-1</sup> e testemunha. Não há diferença estatística para as outras profundidades, assim como não há para as doses e testemunha em relação às profundidades (Figura 1B). Era esperado que não houvesse diferença estatística, pois a densidade de partículas não varia com o manejo do solo. Ela depende primariamente da composição química e composição mineralógica do solo (REINERT & REICHERT, 2006). Provavelmente, isso se deve a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo, que segundo Lima et al. (2006) varia entre pontos relativamente próximos em área de mesma unidade taxonômica, muitas vezes de forma significativa.

Na profundidade 0,00-0,05 m, a porosidade total é estatisticamente superior nas três doses em relação à testemunha. Já na profundidade 0,05-0,10 m, a porosidade total é estatisticamente superior em relação à testemunha nas doses 20 e 60 t ha<sup>-1</sup>. Em relação à profundidade 0,10-0,20 m, a porosidade total é estatisticamente superior em relação à testemunha apenas na dose 60 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1C). Esse comportamento pode ser atribuído ao aumento da matéria orgânica, pois um solo tem a sua porosidade aumentada à medida que aumenta o seu teor de matéria orgânica; ela tem a propriedade de juntar partículas formando aglomerados ou agregados.

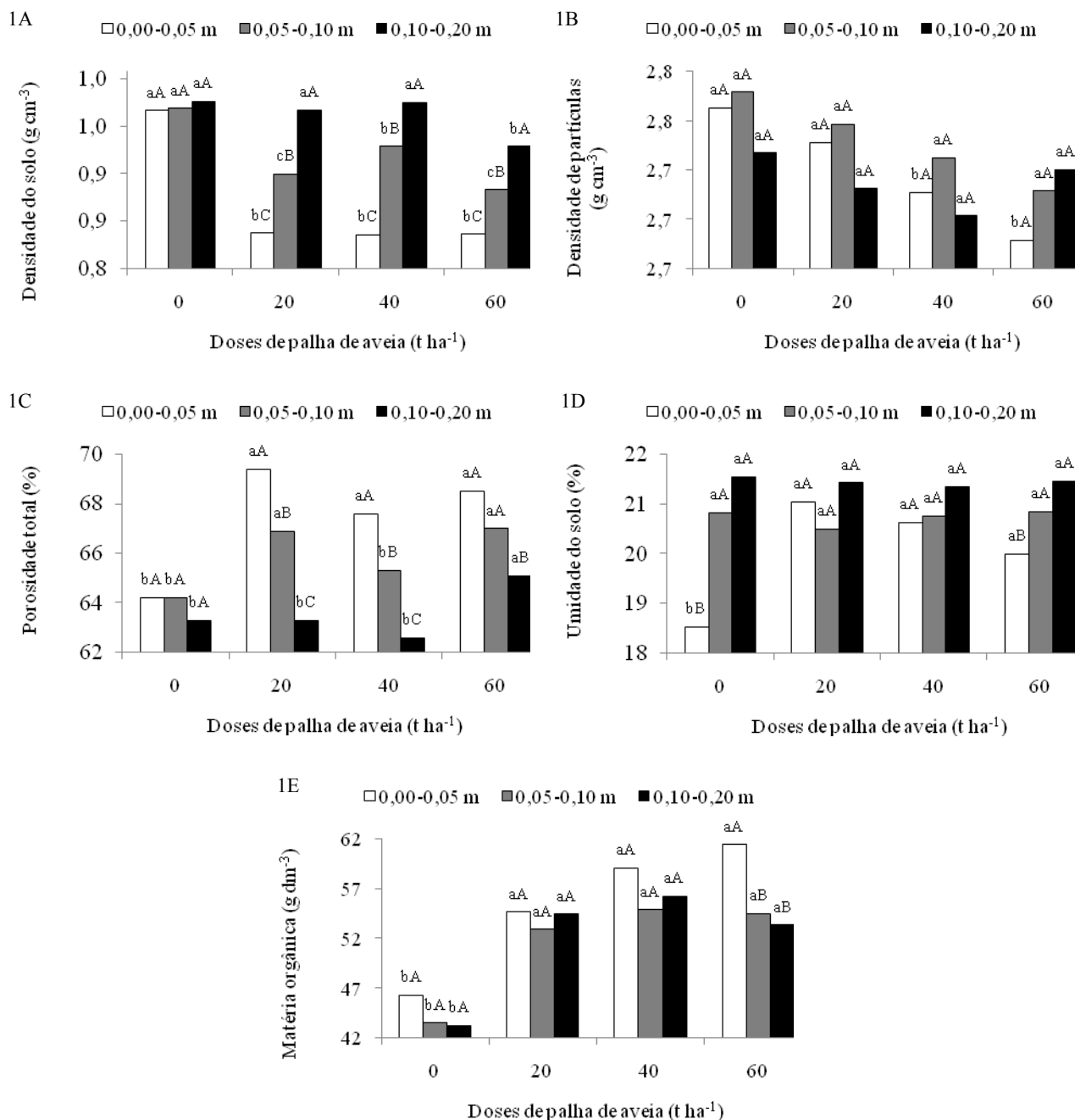


Figura 1. Densidade do solo (1A), densidade de partículas (1B), porosidade total (1C), umidade do solo (1D) e matéria orgânica (1E) em função de diferentes doses de palha de aveia e profundidades; médias seguidas da mesma letra minúscula numa mesma profundidade e maiúscula numa mesma dose, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, Cascavel-PR, 2005.

Também se verifica no presente experimento que a porosidade total reduz estatisticamente nas doses 20 e 40 t ha<sup>-1</sup> à medida que aumenta a profundidade. Comportamento semelhante ocorre na dose 60 t ha<sup>-1</sup>, porém não estatisticamente. Na testemunha não há diferença estatística em relação às profundidades (Figura 1C). Essa redução da porosidade total pode ser atribuída ao adensamento dos horizontes com o

aumento da profundidade (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2005).

Esses resultados concordam em parte com os obtidos por Souza & Alves (2003), que observaram porosidade total maior num Latossolo Vermelho sob plantio direto em relação ao plantio convencional, porém apenas na camada 0,00-0,10 m. Já Thimóteo et al. (2001) observaram que não houve diferença estatística da porosidade total num Latossolo

Vermelho Distrófico sob plantio direto e plantio convencional nas profundidades avaliadas. Também verificaram diminuição da porosidade total com aumento da profundidade.

Na profundidade 0,00-0,05 m, a umidade do solo é estatisticamente superior nas três doses em relação à testemunha. Não há diferença estatística nas outras profundidades (Figura 1D). Esses resultados corroboram com o estudo de Costa et al. (2003), que observaram maior umidade do solo num Latossolo Bruno sob plantio direto em relação ao plantio convencional na camada 0,00-0,10 m. Na camada 0,10-0,20 m, a umidade do solo não diferiu entre os sistemas de manejo. Semelhantemente, Figueiredo et al. (2008) observaram maior umidade na camada 0,00-0,10 m num Latossolo Vermelho sob plantio direto em relação ao plantio convencional. Esse maior armazenamento da umidade no solo pode ser atribuído a três fatores. Em primeiro lugar, a cobertura do solo, que funciona como proteção, reduzindo a amplitude de temperatura e, por consequência, diminuindo a evaporação (FURLANI et al., 2008). Em segundo lugar, a presença de resíduos vegetais no solo, que aumenta a rugosidade da superfície do terreno, reduzindo a velocidade de escoamento e possibilitando o aumento da infiltração da água no solo (CARVALHO et al., 2009). Em terceiro lugar, a característica da matéria orgânica incorporada ao solo, que por ser fortemente higrófila, em função de suas cargas negativas e da alta superfície específica, tem um alto poder de retenção de água, podendo reter de 4 a 6 vezes o seu peso (MAIA et al., 2005).

Também se verifica no presente experimento que na dose 60 t ha<sup>-1</sup> e testemunha, a umidade do solo é estatisticamente inferior na profundidade 0,00-0,05 m em relação às outras profundidades. Não há diferença estatística nas outras doses em relação às profundidades (Figura 1D).

Em todas as profundidades a matéria orgânica é estatisticamente superior nas três doses em relação à testemunha (Figura 1E). Isso pode ser atribuído à alteração do manejo com a adoção da cobertura morta, que resulta no aumento dos teores de matéria orgânica, provavelmente devido às menores perdas por erosão e redução da taxa de decomposição da matéria orgânica (BAYER & SCHENEIDER, 1999). Além disso, sistemas conservacionistas de manejo apresentam um expressivo efeito na melhoria da qualidade de solos tropicais e subtropicais aumentando os estoques de matéria orgânica (COSTA et al., 2004).

Resultados semelhantes foram encontrados por Bayer & Scheneider (1999), que observaram maiores teores de matéria orgânica no solo (Terra Roxa Estruturada) sob plantio direto em relação ao plantio convencional em todas as profundidades avaliadas. Da mesma forma, Figueiredo et al. (2008) observaram maiores teores de matéria orgânica num Latossolo

Vermelho sob plantio direto em relação ao plantio convencional.

Também se verifica no presente experimento que na dose 60 t ha<sup>-1</sup>, a matéria orgânica é estatisticamente superior na profundidade 0,00-0,05 m em relação às outras profundidades. Não há diferença estatística entre as profundidades nas outras doses e testemunha (Figura 1E). Essa redução da matéria orgânica em profundidade era esperada e ela é mais acentuada da camada superficial para as subseqüentes, estando relacionada à maior deposição superficial dos resíduos vegetais, o que também foi constatado por Centurion et al. (2001).

## CONCLUSÕES

- 1 - A aplicação de palha de aveia promove a redução da densidade do solo e aumento da porosidade total, umidade do solo e matéria orgânica. No caso da umidade do solo, apenas na profundidade 0,00-0,05 m.
- 2 - A dose 60 t ha<sup>-1</sup> apresenta o melhor desempenho.

## LITERATURA CITADA

- Barreto, A. C.; Lima, F. H. S.; Freire, M. B. G. S.; Araújo, Q. R.; Freire, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.4, p.415-425, 2006.
- Bayer, C.; Scheneider, N. G. Plantio direto e o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo em pequenas propriedades rurais no município de Teutônia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.165-166, 1999.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005. 355p.
- Braida, J. A.; Reichert, J. M.; Veiga, M.; Reinert, D. J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, p.605-614, 2006.
- Campos, B. C.; Reinert, D. J.; Nicolodi, R.; Ruedell, J.; Petre, C. Estabilidade estrutural de um latossolo vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, 1995.
- Carvalho, D. F.; Cruz, E. S.; Pinto, M. F.; Silva, L. D. B.; Guerra, J. G. M. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.3-9, 2009.
- Centurion, J. F.; Cardoso, J. P.; Natale, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um latossolo vermelho em diferentes agroecossistemas. **Revista**

- Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.2, p.254-258, 2001.
- Costa, F. S.; Albuquerque, J. A.; Bayer, C.; Fontoura, S. M. V.; Wobeto, C. Propriedades físicas de um latossolo bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.527-535, 2003.
- Costa, F. S.; Bayer, C.; Albuquerque, J. A.; Fontoura, S. M. V. Aumento de matéria orgânica num latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.587-589, 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1999. 412p.
- Ferreira, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- Figueiredo, C. C.; Ramos, M. L. G.; Tostes, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.3, p.24-30, 2008.
- Figueiredo, L. H. A.; Dias Junior, M. S.; Ferreira, M. M. Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.487-493, 2000.
- Furlani, C. E. A.; Gamero, C. A.; Levien, R.; Silva, R. P.; Cortez, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.375-380, 2008.
- Gabriel Filho, A.; Pessoa, A. C. S.; Strohhaecker, L.; Helmich, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.953-957, 2000.
- Giarola, N. F. B.; Tormena, C. A.; Dutra, A. C. Degradação física de um latossolo vermelho utilizado para produção intensiva de forragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.863-873, 2007.
- Kiehl, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 246p.
- Lima, J. A. G.; Mendes, A. M. S.; Duda, G. P.; Ferreira, C. V. Variabilidade espacial de características físico-hídricas de um cambissolo cultivado com mamão no semi-árido do RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.2, p.192-199, 2006.
- Lopes, R. A. P.; Nóbrega, L. H. P.; Uribe-Opazo, M. A.; Prior, M.; Pereira, J. O. Propriedades físicas de latossolo vermelho distroférico típico sob sistemas de manejo na sucessão soja-milho no período de três anos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.29, n.5, p.721-727, 2007.
- Maia, C. E.; Morais, E. R. C.; Medeiros, J. F. Capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível para as plantas em função de doses de vermicomposto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.18, n.3, p.195-199, 2005.
- Pequeno, M. G.; Filho, P. S. V.; Tormena, C.; Kvitschal, M. V.; Manzotti, M. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p.476-481, 2007.
- Reinert, D. J.; Reichert, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 18p.
- Souza, Z. M.; Alves, M. C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um latossolo vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.1, p.27-34, 2003.
- Tavares, S. R. L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2008. 228p.
- Thimóteo, C. M. S.; Beninni, E. R. Y.; Murata, I. M.; Filho, J. T. Alterações da porosidade e da densidade de um latossolo vermelho distrófico em dois sistemas de manejo de solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.23, n.5, p.1299-1303, 2001.

Recebido em 12/02/2010

Aceito em 22/08/2010