

# ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO TRATADO COM CAMA DE PERU<sup>1</sup>

## Aggregate stability of a Red Latosol amended with turkey litter

Adriana Monteiro da Costa<sup>2</sup>, Bruno Teixeira Ribeiro<sup>2</sup>, Adriane de Andrade Silva<sup>3</sup>,  
Elias Nascentes Borges<sup>4</sup>

### RESUMO

Recentemente, tem ocorrido um grande aumento na produção de aves, com destaque para a carne de peru, motivado pelo aumento das exportações e a conquista de novos mercados. Como consequência, tem sido gerada uma grande quantidade de resíduos orgânicos com potencial impacto sobre o ambiente. A cama de peru constitui-se no principal resíduo dessa atividade avícola, e uma das formas de sua utilização é a sua disposição em solos como condicionador de suas características físicas e químicas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação da cama de peru na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, sob pastagem de *Brachiaria decumbens*, localizado em Uberlândia, no Triângulo Mineiro, Minas Gerais. A cama de peru foi aplicada nas dosagens de: 0 (controle), 1.200, 2.400 e 4.800 kg ha<sup>-1</sup> e 2.400 kg ha<sup>-1</sup> + adubação mineral (36 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As aplicações foram realizadas em janeiro de 2004 e o solo amostrado em duas épocas distintas (60 e 210 dias após aplicação) nas camadas de 0-20 e 20-40 cm para análise da estabilidade de agregados, avaliada pela percentagem total de agregados, percentagem de agregados maiores que 2mm, menores que 0,25mm e diâmetro médio geométrico (DMG). Não houve efeito das dosagens de cama de peru aplicadas na agregação do solo, entretanto, independentemente da dose aplicada houve um aumento na estabilidade de agregados, ao longo do tempo, notadamente na camada de 0-20 cm.

**Termos para indexação:** Estrutura do Solo, Agregação do Solo, Resíduos Orgânicos.

### ABSTRACT

Recently, there has been occurring a great increase in poultry production, especially in turkey's meat, motivated by the increase of exports and conquest of new markets. As a consequence, a great amount of organic residues has been generated, providing potential impact on the environment. Turkey litter is the main residue from such activity, and has been used as soil conditioner, intended to improve physical and chemical characteristics. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of turkey litter application in aggregate stability of a Typic dystrophic Red Latosol, under pasture of *Brachiaria decumbens*, located in Uberlândia, Triângulo Mineiro, Minas Gerais State. Turkey litter was applied in the following dosages: 0 (control), 1,200; 2,400 and 4,800 kg ha<sup>-1</sup> and 2,400 kg ha<sup>-1</sup> + mineral fertilizer (36 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O and 60 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). The applications were accomplished in January 2004, and the soil was sampled in two different times (60 and 210 days after application) in layers of 0-20 and 20-40 cm for aggregate stability analysis, evaluated through the total percentage of aggregates larger than 2 mm, smaller than 0.25 mm and Geometric Mean Diameter (GMD). There was no effect of turkey litter dosages in soil aggregation. However, independently of the applied dose, there was an increase in the aggregate stability along time, especially in the 0-20 cm layer.

**Index terms:** Soil Structure, Soil Aggregation, Organic Residues.

(Recebido em 18 de julho de 2006 e aprovado em 10 de abril de 2007)

### INTRODUÇÃO

O processo de erosão do solo é a principal causa da degradação de áreas agrícolas em todo o mundo. A estabilidade de agregados tem sido utilizada como um indicativo da susceptibilidade do solo ao processo erosivo (GARCÍA-ORENES et al., 2005), sendo essa influenciada por vários atributos do solo, como, teor de matéria orgânica

(D'ANDRÉA et al., 2002; TISDALL & OADES, 1982), textura (DUFRANC et al., 2004), mineralogia e constituintes químicos (ALBUQUERQUE et al., 2002) e estrutura (FERREIRA et al., 1999).

Nos últimos anos a produção de aves tem se destacado no Brasil o que tem levado a uma grande geração de resíduos orgânicos, as chamadas camas de

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Departamento de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

<sup>2</sup>Doutorandos em Ciência do Solo – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – drimonteiroc@yahoo.com.br; ribeiro.bt@gmail.com – Bolsista da CAPES

<sup>3</sup>Doutoranda em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV – Universidade Estadual Paulista/UNESP – Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n – 14884-900 – Jaboticabal, SP – adriane-andrade@uol.com.br

<sup>4</sup>Doutor em Solos e Nutrição de Plantas – Instituto de Ciências Agrárias/ICIA – Universidade Federal de Uberlândia/UFU – Avenida Pará, 1720, Bloco 2E – Cx. P.593 – 38400-902 – Uberlândia, MG – elias@ufu.br

aviário, que podem apresentar um elevado potencial poluidor sobre o ambiente. Uma das alternativas da utilização de tais resíduos é a sua disposição em solos como condicionador de seus atributos químicos e físicos, apresentando como principais vantagens a sua utilização como fertilizantes (KONZEN & ALVARENGA, 2004; MELLO & VITTI, 2002) e melhoria da qualidade física do solo (ANDREOLA, 1996). Contudo, até o momento, ainda são escassos os trabalhos que contemplem o efeito da aplicação de cama de aviário nos atributos físicos do solo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de cama de peru, na estabilidade de agregados de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006), textura média, sob pastagem de *Brachiaria decumbens* implantada há 10 anos, a uma altitude média de 800 m, declive de 2%, localizado no município de Uberlândia, MG. O clima da região é do tipo Aw (Classificação de Köppen), apresentando no período estudado, janeiro a agosto de 2004, uma precipitação total de 1074 mm, distribuída irregularmente e concentrada nos meses de janeiro, fevereiro, março e início de abril.

Foram coletadas amostras deformadas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm para caracterização química (EMBRAPA, 1997) e física (Tabela 1). A caracterização física envolveu a realização da análise granulométrica pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) e densidade de partículas pelo método do balão volumétrico (BLAKE & HARTGE, 1986).

A cama de peru foi proveniente da criação intensiva

de perus durante um período de 120-150 dias. Após a obtenção, o resíduo foi estabilizado por um período de 30 dias, sendo, então, realizada a caracterização química e físico-química (Tabela 2) de acordo com a metodologia proposta por Sarrude & Haag (1974), e posterior aplicação. A aplicação foi realizada mecanicamente com uso de uma distribuidora de resíduos sólidos em superfície sem incorporação, nas dosagens de 0 (controle), 1.200, 2.400, 4.800 kg ha<sup>-1</sup> e 2.400 kg ha<sup>-1</sup> + adubação mineral (36 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), em um delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, com dimensões de 25 m de comprimento e 10 m de largura cada, com área útil de 15 x 10 m.

Após 60 dias (época 1) e 210 dias (época 2) da aplicação, foram retiradas, aleatoriamente, em cada parcela experimental, 4 amostras deformadas que formaram uma única amostra composta (1 repetição) nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, abrindo-se pequenas trincheiras no local e retirando-se toda a camada com auxílio de uma pá reta.

Após as coletas, as amostras foram, então, levadas ao laboratório, destorroadas manualmente e secas ao ar por 48 horas, e, posteriormente, passadas em peneira de malha de 4 e 2 mm, sendo utilizados para realização da análise de estabilidade de agregados aqueles retidos na peneira de 2 mm. Cada amostra consistiu de 25 g de agregados secos ao ar, sendo o peso corrigido para seco em estufa. Os agregados foram então transferidos para um jogo de peneiras de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm e agitados verticalmente por 4 minutos dentro de um recipiente contendo água. A estabilidade de agregados foi expressa por meio da porcentagem de agregados estáveis (PAE) (Equação 1), porcentagem de agregados > 2 mm (Equação

Tabela 1 – Caracterização química e física do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd) do município de Uberlândia, MG.

Camada (cm)	pH <sup>1</sup>	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m	MO	Areia	Silte	Argila	Dp
		--mg dm <sup>-3</sup> --		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					----- % -----		-----g kg <sup>-1</sup> -----		-----g cm <sup>-3</sup> -----				
0-20	5,8	1,6	27,3	0,1	0,8	0,2	2,6	1,2	1,3	3,7	30,7	14,3	24,5	801,3	33,7	165	2,78
20-40	5,5	0,9	27,0	0,3	0,3	0,1	2,6	0,5	0,8	3,1	15,0	39,0	19,5	771,8	38,4	190	2,75

<sup>1</sup> pH em H<sub>2</sub>O (relação 1:2,5); P, K: extrator (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>); Al, Ca, Mg: extrator (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); SB: soma de bases; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio. MO: matéria orgânica.

Tabela 2 – Caracterização química e físico-química da cama de peru.

Determinação	Umidade Natural	Base seca (110°C)
pH em CaCl <sub>2</sub> 0,01 mol L <sup>-1</sup>	8,04	-
Umidade total (g kg <sup>-1</sup> )	26,69	-
Matéria orgânica total (g kg <sup>-1</sup> )	556,90	758,00
Carbono total (g kg <sup>-1</sup> )	308,70	421,10
Carbono orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	207,00	282,40
Resíduo mineral total (g kg <sup>-1</sup> )	177,40	242,00
Resíduo mineral solúvel (g kg <sup>-1</sup> )	118,80	162,00
Resíduo mineral insolúvel (g kg <sup>-1</sup> )	58,60	80,00
Fibra Bruta (g kg <sup>-1</sup> )	108,60	-
N total (g kg <sup>-1</sup> )	19,90	27,20
P total (g kg <sup>-1</sup> )	12,87	17,56
K total (g kg <sup>-1</sup> )	16,13	22,00
Ca total (g kg <sup>-1</sup> )	20,70	28,30
Mg total (g kg <sup>-1</sup> )	3,50	4,80
S total (g kg <sup>-1</sup> )	3,15	4,30
Cu total (mg kg <sup>-1</sup> )	52,00	71,00
Mn total (mg kg <sup>-1</sup> )	203,00	277,00
Zn total (mg kg <sup>-1</sup> )	183,00	250,00
Fe total (mg kg <sup>-1</sup> )	2199,00	3000,00
B total (mg kg <sup>-1</sup> )	1,36	1,85
Na total (mg kg <sup>-1</sup> )	1979,00	2700,00
Relação C/N (C total/N total)	16/1	16/1

2), porcentagem de agregados < 0,25 mm (Equação 3) e diâmetro médio geométrico (DMG) (Equação 4).

$$PAE = \sum \frac{MAC}{MAS} \cdot 100 \quad (1)$$

em que, *PAE* é a proporção de agregados estáveis na amostra; *MAC* é a massa de agregados na classe secos à 105°C; e *MAS* é a massa da amostra de agregados.

$$PA(> 2,00) = 100 - \sum \% \text{Agregados}(< 2,00\text{mm}) \quad (2)$$

$$PA(< 0,25) = 100 - \sum \% \text{Agregados}(0,25 - 4,00\text{mm}) \quad (3)$$

$$DMG = \text{anti log} \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cdot \log X_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (4)$$

em que, *DMG* é o diâmetro médio geométrico, mm; *W<sub>i</sub>* é a proporção de agregados da classe *i*; *X<sub>i</sub>* é o diâmetro médio da classe, mm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo como fator da parcela as épocas de amostragem e das subparcelas as camadas e os tratamentos (doses de cama de peru), utilizando-se o software SISVAR 4.3 (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação das diferentes doses de cama de peru não levaram, de maneira geral, à alterações significativas no teor de matéria orgânica do solo, nas duas camadas estudadas (0-20 e 20-40 cm) e nas duas épocas de amostragem (Época 1 e 2) (Tabela 3).

Independentemente das doses de cama de peru e da camada estudada, após 210 dias da aplicação (Época 2), observa-se uma redução significativa no teor de matéria orgânica do solo. Esses resultados corroboram aqueles observados por García-Orenes et al. (2005), em que verificou-se que a aplicação de biosólidos de origem urbana levou a uma diminuição do teor de matéria orgânica do solo nos primeiros meses de amostragem, o que foi atribuído ao processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo. De acordo com Andreola et al. (2000), quando se adiciona material orgânico ao solo, principalmente aqueles de baixa relação C/N, como a cama de peru utilizada (Tabela 2), ocorre inicialmente a ação dos microrganismos decompositores, que passam a decompor, além do material adicionado, a matéria orgânica de baixa qualidade preexistente.

Independentemente da época de amostragem e da camada analisada não observou-se, de maneira geral, efeito das doses de cama de peru na agregação do solo, avaliada

pela percentagem de agregados estáveis, percentagem de agregados maiores que 2 mm e percentagem de agregados menores que 0,25 mm (Tabela 4).

Em ambas as camadas analisadas, 0-20 e 20-40 cm, observou-se um aumento na porcentagem de agregados estáveis, agregados maiores que 2 mm, DMG e uma redução na porcentagem de agregados menores que 0,25 mm na 2ª época de amostragem (210 dias após a aplicação), comparativamente à 1ª época de amostragem (60 dias após a aplicação), indicando uma melhoria na qualidade física do solo, pela maior agregação. Isso pode ser explicado pelo desenvolvimento do sistema radicular da braquiária ao longo do período analisado (de acordo com observações de campo), o que contribuiu para a maior agregação do solo. Esse efeito do sistema radicular parece ter tido uma grande contribuição na agregação do solo, uma vez que, no tratamento controle (T0), que não recebeu aplicação da cama de peru, houve um aumento na agregação, mesmo a braquiária apresentando um crescimento limitado comparado aos demais tratamentos.

Observa-se também uma melhoria da agregação do solo em profundidade. Na 1ª época de amostragem, a porcentagem de agregados estáveis, maiores que 2 mm e o DMG da camada de 0-20 cm eram significativamente superiores ao da camada 20-40 cm, enquanto a porcentagem de agregados menores que 0,25 mm eram maiores na camada de 20-40 cm. Salienta-se, a grande dificuldade em se obter agregados do tamanho de 4 mm na camada 20-40 cm por ocasião da amostragem na 1ª época. Já na 2ª época observa-se que a agregação na camada de 20-40 cm foi a mesma da camada de 0-20 cm, não havendo diferenças significativas nos parâmetros analisados, exceto quando se avaliou o diâmetro médio geométrico.

Tabela 3 – Teor de matéria orgânica do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LVd) tratado com cama de peru.

Tratamento	Camada 0-20 cm				Camada 20-40 cm			
	Época 1		Época 2		Época 1		Época 2	
	-----g kg <sup>-1</sup> -----							
T0	18,0	BC a α	15,7	AB b α	19,0	A a α	14,7	A b α
T1	15,9	C a α	11,8	C b α	13,4	BC a β	11,3	BCb α
T2	19,4	AB a α	13,5	BC b α	15,7	B a β	12,5	AB b α
T3	21,0	A a α	17,0	A b α	12,4	C a β	9,80	C b β
T4	17,6	BC a α	17,6	A a α	14,5	BC a β	12,0	BC b β

T0 = controle; T1 = 1.200 kg ha<sup>-1</sup>, T2 = 2.400 kg ha<sup>-1</sup>; T3 = 4.800 kg ha<sup>-1</sup> de cama de peru; T4 = 2.400 kg ha<sup>-1</sup> de cama de peru + adubação mineral (36 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Época 1 e 2, 60 e 210 dias após aplicação, respectivamente. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha (comparando dentro da mesma camada, épocas diferentes) e letra grega na linha (comparando mesma época em camadas diferentes) não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4 – Percentagem de agregados estáveis, agregados maiores que 2mm, agregados menores que 0,25mm e diâmetro médio geométrico (DMG) do LATOSSOLO VERMELHO Distrófico tratado com cama de peru.

Tratamento	Camada 0-20 cm				Camada 20-40 cm			
	Época 1		Época 2		Época 1		Época 2	
<i>Agregados estáveis</i>								
-----%-----								
T0	89,12	AB a $\alpha$	92,10	A a $\alpha$	35,11	A b $\beta$	94,94	A a $\alpha$
T1	81,12	B b $\alpha$	94,18	A a $\alpha$	36,92	A b $\beta$	85,50	A a $\beta$
T2	80,01	B b $\alpha$	93,82	A a $\alpha$	33,53	A b $\beta$	90,12	A a $\alpha$
T3	82,54	B b $\alpha$	94,75	A a $\alpha$	34,02	A b $\beta$	88,55	A a $\alpha$
T4	90,91	A a $\alpha$	95,01	A a $\alpha$	30,42	A b $\beta$	94,13	A a $\alpha$
	cv (%) = 1,85				cv (%) = 2,88			
<i>Agregados maiores que 2mm</i>								
-----%-----								
T0	77,11	A a $\alpha$	86,16	A a $\alpha$	4,21	A b $\beta$	86,29	A a $\alpha$
T1	64,02	A b $\alpha$	86,26	A a $\alpha$	6,00	A b $\beta$	73,55	A a $\beta$
T2	62,70	A b $\alpha$	84,63	A a $\alpha$	7,38	A b $\beta$	74,04	A a $\alpha$
T3	70,96	A b $\alpha$	86,40	A a $\alpha$	6,11	A b $\beta$	75,70	A a $\alpha$
T4	76,82	A a $\alpha$	87,47	A a $\alpha$	6,52	A b $\beta$	83,72	A a $\alpha$
	cv (%) = 1,13				cv (%) = 1,85			
<i>Agregados menores que 0,25mm</i>								
-----%-----								
T0	10,50	AB a $\beta$	7,81	A a $\alpha$	62,75	A a $\alpha$	6,27	AB b $\alpha$
T1	16,65	A a $\beta$	4,30	A b $\alpha$	62,76	A a $\alpha$	11,12	AB b $\alpha$
T2	19,00	A a $\beta$	6,81	A b $\alpha$	69,73	A a $\alpha$	12,67	AB b $\alpha$
T3	10,47	AB a $\beta$	4,67	A a $\beta$	65,77	A a $\alpha$	16,50	A b $\alpha$
T4	2,65	B a $\beta$	3,73	A a $\alpha$	69,11	A a $\alpha$	3,26	B b $\alpha$
	cv (%) = 12,09				cv (%) = 9,98			
<i>DMG</i>								
-----mm-----								
T0	1,72	AB b $\alpha$	2,21	B a $\beta$	0,22	A b $\beta$	2,40	A a $\alpha$
T1	1,26	D b $\alpha$	2,38	AB a $\alpha$	0,23	A b $\beta$	1,66	C a $\beta$
T2	1,31	CD a $\alpha$	2,38	AB b $\alpha$	0,22	A b $\beta$	1,85	BC a $\beta$
T3	1,51	BC b $\alpha$	2,40	AB a $\alpha$	0,22	A b $\beta$	1,92	BC a $\beta$
T4	1,95	A b $\alpha$	2,49	A a $\alpha$	0,21	A b $\beta$	2,26	A a $\beta$
	cv (%) = 3,57				cv (%) = 5,12			

T0 = controle; T1 = 1.200 kg ha<sup>-1</sup>, T2 = 2.400 kg ha<sup>-1</sup>; T3 = 4.800 kg ha<sup>-1</sup> de cama de peru; T4 = 2.400 kg ha<sup>-1</sup> de cama de peru + adubação mineral (36 kg ha<sup>-1</sup> N, 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Época 1 e 2, 60 e 210 dias após aplicação, respectivamente. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha (comparando dentro da mesma camada, épocas diferentes) e letra grega na linha (comparando mesma época em camadas diferentes) não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A maior agregação do solo observada na Época 2 pode estar relacionada à ação do sistema radicular das gramíneas promovendo aproximação entre as partículas, por

pressão de crescimento (CAMPOS et al., 1999; KIEHL, 1979; SILVA & MIELNICZUK, 1997), exsudações e microorganismos associados (PALADINI & MIELNICZUK, 1991).

### CONCLUSÕES

Não foi observado efeito das doses de cama de peru na estabilidade de agregados do solo.

A maior agregação observada nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, ao longo do período analisado, foi atribuída ao desenvolvimento do sistema radicular da braquiária, independentemente da aplicação da cama de peru.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; FONTANA, E. C.; COSTA, F. S.; RECHH, T. D. Propriedades físicas e químicas de solos incubados com resíduo alcalino da indústria de celulose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 1065-1073, out./dez. 2002.
- ANDREOLA, F. **Propriedades físicas e químicas do solo e produção de feijão e de milho em uma Terra Roxa Estruturada em resposta a cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e mineral**. 1996. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, 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**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 857-865, out./dez. 2000.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 363-375.
- CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLOD, R.; CASSOL, L. C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 386-391, abr./jun. 1999.
- D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 1047-1054, out./dez. 2002.
- DUFRANC, G.; DECHEN, S. C. F.; FREITAS, S. S.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois Latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 505-517, maio/jun. 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306 p.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.
- FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 507-541, jul./set. 1999.
- GARCÍA-ORENES, F.; GUERRERO, C.; MATAIX-SOLERA, J.; NAVARRO-PEDREÑO, J.; GÓMEZ, I.; MATAIX-BENEYTO, J. Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different soils amended with biosolids. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 82, p. 65-76, 2005.
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.
- KONZEN, E.; ALVARENGA, R. C. **Adubação orgânica**. 2004. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/cultivo do milho/adubação orgânica](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/cultivo%20do%20milho/adubacao%20organica)>. Acesso em: 4 jan. 2005.
- MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 200-206, jun. 2002.
- PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 135-140, maio/ago. 1991.

SARRUDE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do

solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 113-117, jan./mar. 1997.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 141-163, Mar. 1982.