

Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar¹

Organic carbon and aggregation in a oxisol in mechanized harvesting of sugarcane

Henrique Antunes de Souza^{2*}, Adolfo Valente³ e José Frederico Centurion⁴

RESUMO - O uso intensivo dos solos com o cultivo da cana-de-açúcar modifica significativamente as propriedades físicas do solo. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do manejo da cana-de-açúcar com colheita mecanizada sobre a agregação de um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura argilosa, situado em Guariba (SP). Foram selecionadas quatro situações (ciclos) com manejo de cana-de-açúcar colhida mecanicamente sem prévia queima: cana-planta e cana-soca de primeiro, segundo e terceiro cortes. Nas camadas de 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m de profundidade foram avaliados: diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), teores e estoques de carbono orgânico do solo. O manejo da cana-de-açúcar com colheita mecanizada influencia o DMP do solo, cujos valores são maiores no manejo envolvendo cana-planta e reduzem com o passar dos anos. Com o aumento da profundidade do solo, os estoques de carbono são mais relacionados à densidade do solo do que aos teores de carbono.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*. DMP. Estoque de carbono. Atributos físicos.

ABSTRACT - The intensive use of land for the cultivation of sugarcane significantly modifies the physical properties of the soil. Therefore, the objective was to evaluate the effect of sugarcane management with mechanized harvesting on the aggregation of a typical Oxisol with a clay-like texture located in Guariba, São Paulo. With the sugarcane harvested mechanically and without prior burning, four different situations (cycles) were selected: plant cane, and first, second and third-cutting ratoon cane. Layers at a depth of 0 to 0.1, 0.1 to 0.2 and 0.2 to 0.3 m were evaluated for weighted mean diameter of the aggregates (WMD), and levels and stocks of organic carbon in the soil. Management of cane sugar with mechanized harvesting influences the soil WMD, whose values are greater for the plant cane and go down over the years. With the increase in soil depth, carbon stocks are more related to soil bulk density than to the carbon content.

Key words: *Saccharum officinarum*. WMD. Carbon stock. Physical attributes.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 16/08/2011; aprovado em 04/05/2012

Trabalho proveniente da disciplina de Pós-Graduação: Levantamento e Uso do Solo

²Embrapa Caprinos e Ovinos, Estrada Sobral-Groairas, km 04, Zona Rural, Sobral-CE, Brasil, 62.030-180, henrique@cnpq.embrapa.br

³Laboratório de Análises e Consultoria Agrícola LTDA, Rua Frei Balthazar XIX, 83, São José do Rio Preto- SP, Brasil, 15.025-390, adolfovalente@yahoo.com.br

⁴Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane s/n, Zona Rural, Jaboticabal-SP, Brasil, 14.884-900, jfcentur@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

O uso intensivo de solos com o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) modifica significativamente as propriedades físicas do solo. Entre as propriedades físicas afetadas, está a estabilidade de agregados, que quando é diminuída, indica efeitos deletérios do sistema de manejo na estrutura do solo (SOUZA; MARQUES JÚNIOR; PEREIRA, 2004). Segundo estes autores, isso ocorre principalmente nas camadas superficiais do solo. A manutenção de uma maior estabilidade de agregados é uma condição primordial para se garantir altas produtividades das culturas (CORRÊA, 2002).

A influência do manejo do solo sobre a estabilidade de seus agregados é condicionada pelo tamanho dos agregados (OADES; WATERS, 1991). Enquanto a estabilização de microagregados possui estreita relação com os teores de oxi-hidróxidos de Fe e Al do solo (DUICKER *et al.*, 2003), no caso dos macroagregados, há importante participação de agentes cimentantes orgânicos (OADES, 1984), influenciados pelo sistema de culturas ou pelo manejo do solo.

As gramíneas apresentam efeito rizosférico intenso em virtude do seu abundante sistema radicular que, ao ser decomposto, libera nutrientes e ainda contribui para a formação da matéria orgânica do solo, favorecendo intensamente seu estado de agregação. Quanto maior o teor de matéria orgânica do solo, maior será a organização das partículas em estruturas mais complexas, ou seja, melhor será a sua estruturação (MIELNICZUK *et al.*, 2003). Portanto, formas de manejo que visem o maior aporte de material orgânico ao solo tendem a formar agregados maiores e mais estáveis.

Centurion *et al.* (2007) verificaram que o cultivo de um Latossolo Vermelho com cana-de-açúcar em Jaboticabal (SP) reduziu o valor do diâmetro médio ponderado (DMP) do solo em relação à mata nativa. Os autores constataram também que a agregação do solo cultivado com cana-soca de quarto corte foi menor que a agregação verificada no solo cultivado com cana-planta e cana-soca de segundo corte. Esses autores concluíram que o tempo de cultivo da cana-de-açúcar interfere na estrutura do solo, proporcionando aumento da densidade e diminuição da porosidade total.

Souza *et al.* (2005), ao avaliarem sistemas de colheita de cana-de-açúcar em um Latossolo Vermelho-Amarelo na região de Ribeirão Preto (SP), verificaram que a colheita de cana-de-açúcar sem queima e com incorporação parcial dos resíduos proporcionou maiores valores de DMP até 30 cm de profundidade.

Nesse cenário, a hipótese do presente estudo é que o tempo de cultivo da cana-de-açúcar com colheita mecanizada afeta a estabilidade de agregados e o estoque

de carbono no solo. Objetivou-se avaliar o efeito do manejo da cana com colheita mecanizada sobre a estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho distrófico típico e verificar sua relação com os teores e os estoques de carbono orgânico do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Município de Guariba-SP, com latitude 21°22'41" S e longitude 48°15'02" W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com inverno seco, precipitação média anual de 1.420 mm e temperatura média anual de 21 °C. O relevo da área é suave ondulado, com altitude média de 620 m. O solo da área avaliada foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico textura argilosa A moderado hipoférrico muito profundo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006), com composição granulométrica de 620 g kg⁻¹ de areia, 40 g kg⁻¹ de silte e 340 g kg⁻¹ de argila, avaliada na camada 0-0,30 m de profundidade.

Para a obtenção dos tratamentos foram selecionados quatro talhões vizinhos de aproximadamente 4.000 m², situados na mesma situação topográfica, sem variação de altitude entre eles, com diferentes ciclos do manejo da cana-de-açúcar colhida mecanicamente sem a prévia queima: cana-planta e cana-soca de primeiro, segundo e terceiro corte. A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) foi a mesma em todos os talhões (cultivar SP81-3250).

O preparo do solo que antecedeu o plantio da cana-de-açúcar foi o mesmo em todos os talhões, consistindo de uma escarificação a 0,20 m de profundidade, duas gradagens pesadas a 0,15 m de profundidade e duas gradagens niveladas a 0,10 m de profundidade. Após o preparo do solo, antecedendo ao plantio da cana-de-açúcar em cada ano, cultivou-se amendoim (variedade Tatu) e, após a colheita do amendoim, realizou-se a sulcagem para o plantio da cana-de-açúcar. A adubação de plantio consistiu de 450 kg ha⁻¹ da fórmula 4-20-20 (18 kg de N; 90 kg de P₂O₅ e 90 kg de K₂O) (cana-planta), enquanto que as adubações de cobertura (cana soca) consistiram de 500 kg ha⁻¹ da fórmula 20-5-20 (100 kg de N; 25 kg de P₂O₅ e 100 kg de K₂O). O cultivador foi utilizado anualmente após a adubação de cobertura.

Em abril de 2008 foram coletadas amostras de solo em cada talhão, com quatro repetições aleatórias. As amostras foram coletadas nas camadas 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m de profundidade com auxílio de um enxadão, seguindo caminhamento de amostragem ao acaso e tomando-se como ponto de coleta o centro das entrelinhas da cultura. As amostras de solo foram secas ao ar e uma parte de cada amostra foi peneirada em malha de 2 mm para a avaliação dos teores de carbono

orgânico do solo (CANTARELLA; QUAGGIO, 2001). A outra parte foi passada através de peneira com abertura de malha de 7,93 mm e retidas em peneira com abertura de malha de 4 mm, obtendo-se agregados com diâmetro entre 7,93 e 4 mm para a avaliação da estabilidade de agregados (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1997). Com auxílio de anéis volumétricos, com volume interno de $52,35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$, foram coletadas amostras de solo indeformadas nas entrelinhas da cultura, visando a determinação da densidade do solo (BLAKE; HARTGE, 1986).

Para a avaliação da estabilidade dos agregados em água, 25 g de solo (agregados com diâmetros entre 7,93 e 4,00 mm) foram transferidos para peneira de com abertura de 4 mm e submetidos ao pré-umedecimento das amostras borrifando-se álcool até atingirem o estado de saturação. O álcool, em virtude de sua menor tensão superficial, foi utilizado por facilitar o umedecimento dos agregados. Posteriormente, a peneira contendo os agregados umedecidos, foi encaixada sobre cinco peneiras com aberturas de 2; 1; 0,5; 0,250 e 0,125 mm, formando um conjunto com seis peneiras em ordem decrescente de acordo com suas respectivas aberturas de malha. Em seguida, o conjunto foi instalado em um aparelho de oscilação vertical, dentro de um tanque com água. O aparelho foi ajustado para 31 oscilações por minuto, com amplitude de oscilação de 40 mm, durante 15 minutos.

Após o processo de peneiramento úmido das amostras, os agregados retidos em cada peneira foram transferidos para cápsulas de alumínio previamente pesadas e levados para estufa (105°C) por 24 horas e posteriormente quantificados quanto à sua massa. Após a obtenção da massa, procedeu-se a subtração das quantidades de areia com diâmetro maior que o limite inferior de cada classe de tamanho de agregados estáveis em água. Simultaneamente à pesagem dos 25 g de agregados para serem submetidos ao peneiramento úmido, uma amostra de agregados foi pesada e levada à estufa (105°C) por 24 horas, para a correção da umidade e obtenção da massa seca de agregados.

Com os dados de massa dos agregados retidos em cada peneira e a umidade das amostras, calculou-se a proporção de agregados estáveis em água de cada classe de tamanho (w_i) em relação à massa inicial das amostras. O diâmetro médio ponderado (DMP) foi calculado de acordo com os procedimentos descritos por Kemper e Rosenau (1986), da seguinte forma:

$$\text{DMP} = \sum_{i=1}^6 (x_i \cdot w_i) \quad (1)$$

em que, x_i é o diâmetro médio de agregados da i -ésima classe de tamanho.

Os cálculos dos estoques de carbono orgânico no solo foram realizados seguindo o método de camada de solo equivalente (LUCA *et al.*, 2008) que, além dos teores de carbono, leva em consideração a espessura da camada e a densidade do solo. Deste modo, o estoque de carbono foi obtido pelo produto entre o teor de carbono orgânico (g kg^{-1}), a espessura da camada (dm) e a densidade do solo (kg dm^{-3}).

Os dados foram submetidos à análise de variância, seguindo delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, no qual, a parcela principal foi constituída pelos tratamentos e as subparcelas, pelas camadas de solo analisadas. Quando o resultado da análise de variância foi significativo, a 5% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Foram realizadas ainda, análises de correlação de Pearson, a 5%, entre os teores de carbono com o DMP dos agregados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores e os estoques de carbono orgânico não apresentaram interações significativas entre os manejos e as camadas de solo, portanto, foram analisados de maneira independente (Tabela 1). O manejo com cana-planta apresentou os maiores teores e estoques de carbono orgânico em relação à cana-soca de primeiro e terceiro corte.

Os maiores teores e estoques de carbono observados na cana-planta podem estar relacionados à maior proximidade dessa situação com a operação de revolvimento do solo, realizada por ocasião do preparo para o plantio da cana-de-açúcar, quando comparada aos demais ciclos avaliados, que não tiveram o solo preparado após a colheita de cana. O revolvimento do solo aumenta a superfície de contato do solo com o ar, que faz com que haja exposição da matéria orgânica do solo aos microrganismos decompositores, o que favorece a sua oxidação e decomposição, contribuindo significativamente para o decréscimo do seu teor ao longo dos anos (GÓES *et al.*, 2005), o que justifica o observado no presente estudo, pois o revolvimento teria propiciado a transformação inicial de material orgânico mais grosseiro, mas que ainda permaneceu no solo como matéria orgânica (frações lábeis), consequentemente, carbono orgânico. Outro ponto a ser destacado é que, antecedendo ao plantio da cana, houve o cultivo do amendoim, que por ser uma leguminosa e apresentar rápida degradação (menor relação C/N), contribui para o aumento da matéria orgânica do solo em curto prazo. Amado *et al.* (2001) em estudo avaliando o potencial de culturas de cobertura em acumular C orgânico e N total ao solo, constataram que o uso de leguminosas promoveu aumentos no estoque de carbono. Outro fator que pode corroborar os resultados

Tabela 1 - Teores e estoques de carbono orgânico e densidade do solo em função dos ciclos da cana-de-açúcar e das camadas de solo

Manejo	Carbono orgânico (g kg ⁻¹)	Estoque de carbono (Mg ha ⁻¹)	Densidade do solo (Mg m ⁻³)
Cana-planta	9,9 a	10,3 a	1,28 ab
1° corte	8,0 b	8,6 b	1,35 a
2° corte	8,8 ab	8,9 ab	1,25 b
3° corte	7,6 b	7,9 b	1,28 ab
F ⁽¹⁾	15,05**	11,21**	5,21**
CV (%)	9	10	5
Camada de solo (m)			
0-0,10	10,3 a	6,0 b	1,17 c
0,10-0,20	8,2 b	10,7 a	1,29 b
0,10-0,30	7,2 c	10,1 a	1,41 a
F ⁽¹⁾	78,87**	132,58**	33,61**
CV (%)	7	8	6

⁽¹⁾** = Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%

encontrados é o curto espaço entre o plantio realizado da cana planta e a coleta de dados, haja vista que houve o plantio anterior da leguminosa.

Em todos os ciclos de manejo adotados, observaram-se maiores teores de carbono na camada superficial e redução gradativa dos teores a partir da superfície do solo, pois, a utilização do cultivador promoveu a incorporação dos resíduos vegetais na superfície do solo na camada 0-10,0 cm, que nesse caso, favoreceu um possível aumento de matéria orgânica. Esses resultados são corroborados por Centurion, Cardoso e Natale (2001) que observaram reduções dos teores de matéria orgânica a partir da superfície em solo cultivado com cana-de-açúcar e, segundo esses autores, geralmente sistemas de manejo envolvendo cana-de-açúcar e pastagens acumulam materiais na superfície do solo.

Menores valores dos estoques de carbono orgânico foram observados na camada 0-0,10 m em relação às camadas 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m de profundidade (Tabela 1), o que foi influenciado, principalmente, pelos maiores valores de densidade do solo. Provavelmente, a menor densidade do solo na camada superficial é decorrente da utilização anual do cultivador, cujos efeitos são predominantes na superfície do solo. Nas três camadas de solo observa-se que, de maneira geral, os maiores estoques de carbono foram encontrados no tratamento com cana-planta, pois esse tratamento apresentou menor tráfego de maquinário agrícola (sem colheita) em relação aos demais. Adicionalmente, os preparos referentes ao plantio de descompactação e

gradagem promoveram condicionamento mecânico da estrutura do solo pelo preparo.

Ao estudarem os estoques de carbono em tabuleiros costeiros cultivados com cana-de-açúcar, Chaves e Farias (2008) observaram maiores estoques de carbono na camada 0-0,30 m em relação às camadas 0,30-0,60 e 0,60-0,90 m. Os autores relacionaram essa distribuição aos teores de carbono orgânico, que acompanharam essa redução com o aumento da profundidade do solo. Os autores também atribuíram os maiores teores e estoques de carbono na camada superficial à deposição da palha da cana-de-açúcar na superfície do solo após colheita mecanizada e de compostos orgânicos oriundos da decomposição desses resíduos na superfície do solo.

No sistema de manejo envolvendo cana-planta e cana-soca de primeiro corte, verificaram-se reduções dos valores de DMP com o aumento da profundidade (Tabela 2). Essa redução pode ter sido influenciada pelas reduções dos teores de carbono a partir da superfície do solo (Tabela 1). A correlação positiva e significativa existente ($r = 0,65$; $p < 0,01$) entre os teores de carbono orgânico e os valores de DMP reforçam essa hipótese, o que é corroborado por Ceddia *et al.* (1999) que concluíram que o DMP possui alta correlação com teores de matéria orgânica do solo. Esses autores verificaram maiores valores de DMP em solo com colheita mecanizada de cana-de-açúcar em relação ao solo com colheita de cana queimada, cujos teores de matéria orgânica acompanharam o mesmo comportamento.

Tabela 2 - Diâmetro médio ponderado em função do ciclo da cana-de-açúcar e das camadas de solo analisadas

Camada de solo (m)	Manejo da cana-de-açúcar				F ⁽²⁾
	Cana planta	1º corte	2º corte	3º corte	
	DMP ⁽¹⁾ (mm)				-
0-0,10	4,01 Aa	4,47 Aa	2,45 Ab	2,04 Bb	26,28**
0,10-0,20	4,14 Aa	3,49 Bab	2,51 Ac	3,22 Abc	8,63**
0,20-0,30	3,06 Ba	2,14 Cb	2,20 Aab	2,49 Bab	3,31*
F ⁽²⁾	8,57**	33,45**	0,65 ^{ns}	8,61**	-
-	CV ₁ = 18%		CV ₂ = 13%		-

⁽¹⁾ DMP = Diâmetro médio ponderado; ⁽²⁾ ** e * = Significativos a 1 e a 5 %, respectivamente; ^{ns} = Não significativo a 5%. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5%. CV₁ e CV₂ referem-se aos coeficientes de variação para o manejo da cana-de-açúcar e as camadas de solo, respectivamente

O manejo envolvendo cana-soca de segundo corte não apresentou diferenças entre camadas quanto aos valores de DMP (Tabela 2). Nessa situação, também foram verificadas reduções dos teores de matéria orgânica com a profundidade do solo, mas não foi observada relação entre esses atributos físicos. Góes *et al.* (2005) também não verificaram relação entre o DMP e os teores de matéria orgânica do solo. Os autores enfatizaram a mineralogia oxidica do solo, que reduz os efeitos da matéria orgânica na agregação, considerando que esses solos apresentam elevada agregação natural, possuindo microagregados estáveis, devido à presença de óxidos de Fe e Al, que conferem uma estrutura maciça porosa mais desenvolvida com agregados mais estáveis. Contudo, para que haja alteração significativa na agregação desses solos, são necessárias grandes variações nos teores de matéria orgânica. Outra possibilidade para explicar as alterações do DMP a partir do segundo corte da cana soca pode ser a utilização anual do cultivador, como observado também por Centurion *et al.* (2007), e o tráfego de equipamentos de elevada massa, principalmente em condições inadequadas de umidade do solo. Na cana-soca de terceiro corte, os maiores valores de DMP observados na camada 0,10-0,20 m de profundidade podem ter sido causados pela formação de agregados por compressão das partículas do solo, sem a ocorrência dos mecanismos naturais que contribuísssem para a sua formação, havendo a formação de agregados grandes (torrões), que não apresentam as mesmas qualidades físicas de um agregado natural (SILVA; CURTI; BLANCANEUX, 2000).

O decréscimo da agregação do solo ao longo dos ciclos da cana-de-açúcar pode estar relacionado ao efeito destrutivo da estrutura do solo pelas operações anuais do cultivo que é realizado na camada 0-10,0 cm de profundidade após a adubação de cobertura. Outros fatores que também contribuem com a redução da agregação estão relacionados com a destruição da estrutura do solo após a colheita da cana e também devido ao tráfego pela colheita (CORREIA, 2002).

Ao estudarem os efeitos de manejo de cana-de-açúcar na organização e arranjo das partículas e unidades estruturais, distribuição e forma dos poros e na estrutura de um Argissolo Amarelo Coeso de tabuleiro costeiro, Silva e Cabeda (2006) verificaram que, independente do manejo da cana adotado, a organização da matriz do solo resultou numa associação de poros em empacotamento, natural do solo de mata, com poros aplanados e com fissuras, bem como um arranjo mais compacto das partículas primárias e secundárias nos solos sob os sistemas de sequeiro, irrigado e vinhaça, em relação ao solo de mata. Os autores verificaram ainda que os agregados dos solos cultivados com cana-de-açúcar apresentaram aspecto maciço, com orientação de partículas de argila, evidenciando um estado mais denso em relação aos agregados do solo sob mata nativa. Tal diferença é decorrente do tráfego excessivo de maquinários de grande porte.

Ressalta-se ainda que outros sistemas de manejo também alteram o arranjo das partículas e a concentração de matéria orgânica em solo cultivado com cana, como a utilização de irrigação, verificada por Silva; Cabeda e Carvalho (2006); como o aporte de resíduos, verificado por Vasconcelos *et al.* (2010); como a preservação do palhicho, constatado por Canellas *et al.* (2003). Resultados semelhantes ao encontrado no presente estudo, de maneira análoga foram obtidos por Pereira *et al.* (2010) em trabalho avaliando o manejo no cultivo do melão. Llanillo *et al.* (2006), em revisão sobre a evolução das propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais, citam que o tráfego de máquinas prejudica alguns atributos físicos do solo.

CONCLUSÕES

1. O manejo da cana-de-açúcar com colheita mecanizada influenciou os teores e os estoques de carbono orgânico

e o DMP do solo, os quais foram maiores no manejo envolvendo cana planta;

2. Em profundidade, os estoques de carbono estiveram mais relacionados à densidade do solo do que propriamente aos teores de carbono orgânico.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C. *et al.* Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 189-197, 2001.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 377-382.
- CANELLAS, L. P. *et al.* Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 935-944, 2003.
- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.
- CEDDIA, M. B. *et al.* Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico Amarelo no Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 08, p. 1467-1473, 1999.
- 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**, v. 5, n. 02, p. 254-258, 2001.
- CENTURION, J. F. *et al.* Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolo Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 02, p. 199-209, 2007.
- CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. A. Variabilidade espacial do estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba: Solo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 01, p. 20-25, 2008.
- CORREIA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 02, p. 203-209, 2002.
- DUIKER, S. W. *et al.* Iron (hydr)oxide crystallinity effects on soil aggregation. **Soil Science Society American Journal**, v. 67, n. 02, p. 606-611, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.
- GÓES, G. B. *et al.* Efeito do cultivo da cana-de-açúcar na estabilidade de agregados e na condutividade hidráulica do solo. **Irriga**, v. 10, n. 02, p. 116-122, 2005.
- KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: ASA-SSSA, 1986. p. 425-440. Part 1.
- LLANILHO, R. F. *et al.* Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina**, v. 27, n. 02, p. 205-220, 2006.
- LUCA, E. F. *et al.* Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 02, p. 789-800, 2008.
- MIELNICZUK, J. **Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 209-248.
- OADES, J. M.; WATERS, A. G. Aggregate hierarchy in soils. **Australian Journal of Soil Research**, v. 29, n. 06, p. 815-828, 1991.
- OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, v. 76, n. 01/03, p. 319-337, 1984.
- PEREIRA, R. G. *et al.* Influência do manejo sobre alguns atributos físicos do solo após cinco anos de cultivo com melão (*Cucumis melo* [L.]). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 02, p. 103-108, 2010.
- 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**, v. 10, n. 03, p. 554-562, 2006.
- SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de um Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2485-2492, 2000.
- SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V.; CARVALHO, F. G. Matéria orgânica e propriedades físicas de um Argissolo Amarelo Coeso sob sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 03, p. 579-585, 2006.
- SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em solos de relevos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 05, p. 491-499, 2004.
- SOUZA, Z. M. *et al.* Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 03, p. 271-278, 2005.
- VASCONCELOS, R. F. B. *et al.* Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocóeso de Tabuleiros Costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 309-316, 2010.