



## Agregação de um Latossolo em função de diferentes ciclos de cultivo de cana-de-açúcar sob colheita mecanizada<sup>1</sup>

### *Aggregation of an Oxisol in relation to different cultivation cycles of sugarcane under mechanized harvesting*

**Karina de Vares Rossetti<sup>\*2</sup>, Daniel De Bortoli Teixeira<sup>2</sup>, Iolanda Maria Soares Reis<sup>2</sup>, José Frederico Centurion<sup>3</sup>**

**Resumo** - O tamanho dos agregados e o estado de agregação podem modificar a estrutura do solo, principalmente quando ocorre o manejo intensivo desse com o cultivo da cana-de-açúcar. Objetivou-se com esse estudo avaliar a influência de ciclos de cultivos de um canavial na agregação em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho distrófico típico, situado em Bebedouro (SP). Foram selecionados em março de 2012, três talhões de cana-de-açúcar colhida mecanicamente, sem queima, sendo: cana soca de um ciclo (C1), cana soca com sete ciclos (C7) e cana soca com oito ciclos (C8), e uma área adjacente de mata nativa (MN). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As áreas consistiram de parcelas e subparcelas sendo formadas pelas profundidades 0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m. As variáveis avaliadas: diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP), índice de sensibilidade dos agregados (IS) e teor de matéria orgânica do solo. O ciclo C8 apresentou maiores DMG e DMP, mas semelhantes teores de MO em comparação com os demais ciclos de cana-de-açúcar, demonstrando que o tratamento C8 não foi prejudicial à estrutura do solo. O diâmetro médio geométrico apresentou pior correlação com a matéria orgânica do solo na camada de 0,10-0,20 m.

**Palavras-chave**- Estabilidade de agregados. Matéria orgânica. *Saccharum officinarum*.

**Abstract** - The size of aggregates and the aggregation state can modify the soil structure, especially when there is the intensive management of that with the sugarcane cultivation. The objective was to evaluate the influence cultivation cycles of sugarcane in the aggregation in the different layers of a typical Oxisol, located in Bebedouro, São Paulo State, Brazil. Three plots have been selected on March 2012 with sugarcane cycles harvested mechanically without previous sugarcane burning: sugarcane ratoon of one cycle (C1), sugarcane ratoon of seven cycles (C7) and sugarcane ratoon of eight cycles (C8), and an adjacent area of native forest (NF). The experimental design was a randomized block with split plot with four replications. Areas consisted of plots and subplots being formed by the depths 0-0.10, 0.10-0.20 and 0.20-0.30 m. The evaluated variables: mean geometric diameter (MGD), mean weight diameter (MWD), sensitivity index of the aggregates (IS) and organic matter content of soil (OM). The C8 cycle showed the highest MWD and MGD, similar levels of OM compared to the sugarcane ratoon cycles, it indicates that this treatment was not result in adverse effect to the soil structure even that has longer sugarcane ratoon cycles. The mean geometric diameter had a worse correlation with soil organic matter in the 0.10-0.20 m layer.

**Key words** - Aggregates stability. Organic matter. *Saccharum officinarum*.

\* Autor para correspondência

Enviado para publicação em 24/06/2013 e aprovado em 12/03/2014

<sup>1</sup>Trabalho proveniente da disciplina de Pós-Graduação: Levantamento e Uso do Solo

<sup>2</sup>Doutorandos em Produção Vegetal, Depto. de Solos e Adubos- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP/Campus de Jaboticabal, Jaboticabal (SP), krossetti@bol.com.br, daniel.dbt@hotmail.com, ioio.agro@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Professor Adjunto do Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, jfcentur@fcav.unesp.br

## Introdução

A estabilidade dos agregados é um bom indicador da qualidade física do solo (GARCIA *et al.*, 2010), sendo parte integrante dos processos de planejamento e tomada de decisão em questões agrícolas e ambientais. A agregação do solo é responsável diretamente por atributos físicos do solo como estrutura, porosidade e densidade do solo, auxiliando assim grande parte dos processos e reações que ocorrem em seu interior dos solos.

A degradação dos agregados do solo está diretamente relacionada ao aumento da erosão hídrica (BERTOL *et al.*, 2001). Neste cenário, a porosidade total do solo seria diminuída provocando menor infiltração de água no solo, que por sua vez causaria maior escoamento superficial e conseqüentemente maior potencial de desagregação pela enxurrada. O conhecimento de tal processo é imprescindível para as avaliações da mobilidade de herbicidas, pesticidas ou outros compostos utilizados na agricultura (AZEVEDO; SCHULZE, 2007). Silva *et al.* (2007) observaram forte relação entre o carbono orgânico do solo e a agregação do solo em áreas de cana-de-açúcar no nordeste do Brasil.

O tamanho dos agregados é influenciado pelo uso e manejo do solo (SOUZA *et al.*, 2012). Neste sentido, Garcia *et al.* (2010) verificaram que a adoção de sistemas de rotação de cultivos propicia melhor estruturação do solo. Dessa maneira, Wendling *et al.* (2005), avaliando a estabilidade dos agregados em função do manejo do solo, observaram menores índices de agregação sob sistemas convencionais em relação àqueles observados para culturas sob plantio direto. No geral, agregados de menor tamanho são formados principalmente devido à presença de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, enquanto a estabilidade dos macroagregados é coordenada por agentes cimentantes orgânicos (SOUZA *et al.*, 2012), tais como hifas de fungos e frações da matéria orgânica com pequeno grau de decomposição (GARCIA *et al.*, 2010). Neste aspecto, Fontana *et al.* (2010) observaram que os melhores valores de correlação foram obtidos entre o diâmetro médio ponderado (DMP) e os ácidos húmicos em Latossolo Amarelo, enquanto o agente agregador da humina foi mais evidente em Argissolo Amarelo na profundidade de 0-5 cm sob área de floresta.

Segundo Souza *et al.* (2005) em áreas de cana-de-açúcar são abordadas as variações na estabilidade de agregados devido a mudança no sistema de colheita, ou seja, transição do sistema de corte com prévia queima dos resíduos vegetais para os sistemas com colheita mecanizada e permanência dos resíduos vegetais sobre o solo. No entanto, poucos estudos concentram-se na avaliação da variabilidade temporal dos agregados após a adoção do sistema de cana crua (MAIA *et al.*, 2004).

Desta forma, devido à importância da cultura de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo (representante de 51,67% da área total de produção brasileira, (CONAB, 2012) e a alta influência da agregação na qualidade do solo, torna-se importante a caracterização temporal da estabilidade dos agregados nesta cultura. Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência de ciclos de cultivos de um canavial na agregação em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho distrófico típico. Além disso, foram realizadas análises de correlação de Pearson ( $p \leq 0,05$ ), entre os teores de matéria orgânica (MO) e os índices de agregação com o DMG, DMP e AG>2 mm (porcentagem de agregados > 2,00 mm estáveis em água).

## Material e métodos

O estudo foi realizado no município de Bebedouro-SP, com latitude 20° 57'20" S e longitude 48° 22'39" W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo A<sub>w</sub>, tropical chuvoso com inverno seco, precipitação média anual de 1536,4 mm e temperatura média anual de 18° C. O relevo da área é ondulado, com altitude média de 573 m. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013), com composição granulométrica de 700 g kg<sup>-1</sup> de areia, 40 g kg<sup>-1</sup> de silte e 260 g kg<sup>-1</sup> de argila, avaliada na camada de 0-0,30 m de profundidade.

Os tratamentos foram selecionados em três talhões vizinhos de aproximadamente 4.000 m<sup>2</sup> cada, situados na mesma situação topográfica sem variação de altitude entre eles, com três ciclos de adoção de cana-de-açúcar, sendo: plantio de cana-de-açúcar com um ciclo (C1); plantio de cana-de-açúcar com sete ciclos sucessivos (C7), e plantio de cana-de-açúcar com oito ciclos sucessivos (C8). A colheita foi realizada mecanicamente, sem a prévia queima; e adicionalmente, uma área de mata nativa (MN), que foi utilizada como testemunha. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados e em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas áreas com diferentes ciclos de cultivo da cana-de-açúcar e área de mata nativa e as subparcelas pelas camadas de solo amostradas (0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m). A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) para a cana de 1° ciclo foi a cultivar SP81-3250 e para a cana de 7° e 8°, a cultivar RB 85-5336.

O preparo do solo que antecedeu o plantio da cana-de-açúcar foi o mesmo em todos os talhões, consistindo de uma escarificação e duas gradagens pesadas a 0,20 m de profundidade de trabalho e duas gradagens niveladoras a 0,10 m. Após o preparo do solo, antecedendo ao plantio da cana-de-açúcar em cada ano, cultivou-se soja e após

a sua colheita, realizou-se a sulcagem para o plantio da cana-de-açúcar. A adubação de plantio consistiu de 450 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-20-20 (18 kg de N; 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg de K<sub>2</sub>O), enquanto que as adubações de cobertura (cana soca) consistiram de 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 20-05-20 (100 kg de N; 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg de K<sub>2</sub>O). O cultivador foi utilizado anualmente após a adubação de cobertura.

Em março de 2012 foram coletadas amostras de solo em cada talhão, com quatro repetições aleatórias. Estas foram coletadas com auxílio de um enxadão, seguindo caminhamento de amostragem ao acaso e definindo 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 matéria orgânica do solo (MO), obtida por oxidação em solução de 0,1667 mol L<sup>-1</sup> de dicromato de potássio em meio ácido e titulação de excesso de dicromato em solução de sulfato ferroso amoniacal 0,25 mol L<sup>-1</sup>, usando difenilamina como indicador (EMBRAPA, 1997). A outra parte foi passada por peneira com abertura de malha de 7,93 mm e retidas em peneira com abertura de malha de 4,00 mm, obtendo-se agregados com diâmetro entre 7,93 e 4,00 mm para a avaliação da estabilidade de agregados (EMBRAPA, 1997).

Para a avaliação da estabilidade de agregados em água, 50 g dos agregados separados anteriormente, foram transferidos para peneira de 4 mm e submetidos ao pré-umedecimento das amostras por borrifamento, primeiramente com álcool e depois com água, até atingirem o estado de saturação. O álcool, em virtude de sua menor tensão superficial, foi utilizado para facilitar o umedecimento dos agregados. Posteriormente, a peneira contendo os agregados umedecidos (4 mm), foi encaixada sobre cinco peneiras com aberturas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,125 mm. 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 35 mm, durante 15 minutos. Após o processo de peneiramento úmido das amostras, os agregados retidos em cada peneira foram transferidos para latas de alumínio e levados para estufa (105°C) por 24 horas e posteriormente quantificados quanto a sua massa.

A análise dos agregados foi realizada em duplicatas, e os resultados foram expressos em: porcentagem de agregados retidos em cada classe; agregados maiores que 2,00 mm (AG>2 mm); de acordo com Kemper e Chepil (1965), calculando-se o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG) pelas equações (1) e (2), respectivamente.

$$(1) DMP = \sum_{i=1}^n (w_i \times x_i)$$

$$(2) DMG = \exp \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (w_p \times \log(x_i))}{\sum_{i=1}^n w_i} \right]$$

em que:  $w_i$  - proporção de agregados estáveis em água de cada classe de tamanho;  $x_i$  - diâmetro médio de agregados da  $i$ -ésima classe de tamanho;  $w_p$  - massa dos agregados de cada classe.

Para verificar se os valores de DMP dos tratamentos com solo cultivado (C1, C7 e C8) foram diferentes daqueles da mata nativa (MN), calculou-se o índice de sensibilidade dos agregados (IS) de acordo com Bolinder *et al.* (1999), por meio da equação 3, os quais utilizam o princípio da comparação relativa entre tratamentos. O valor do referido índice maior que a unidade (um) significa que a estabilidade dos agregados aumentou e, quando menor, diminuiu.

$$(3) IS = DMP_T / DMP_O$$

em que: IS - índice de sensibilidade; DMP<sub>T</sub> - valor do DMP considerado em cada tratamento cultivado (C1, C7 e C8); DMP<sub>O</sub> - valor do DMP do solo na mata nativa (MN).

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F), seguindo o delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas (quatro tratamentos x três camadas), quatro repetições. Quando o resultado da análise de variância foi significativo ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Foram realizadas ainda análises de correlação de Pearson ( $p \leq 0,05$ ), entre os teores de matéria orgânica (MO) e os índices de agregação com o DMG, DMP e AG>2 mm (porcentagem de agregados > 2,00 mm estáveis em água).

## Resultados e discussão

A cana soca com oito ciclos (C8) apresentou na camada de 0-0,10 m a menor e a maior porcentagem de agregados com diâmetro entre 0,50 a 0,25 mm e superiores a 4,00 mm, respectivamente, em comparação com a cana soca de 1º ciclo (C1) e a cana soca de 7º ciclo (C7), conforme a Tabela 1. Os teores de MO desses tratamentos, nessa camada, foram semelhantes e inferiores aos encontrados na mata nativa (MN) (Tabela 2). Desta forma pode-se afirmar que a ação antrópica não afetou a boa estabilidade estrutural do solo. O mesmo pode ser observado no ciclo C8, uma vez que, nessa situação o comportamento ocorreu devido a dois fatores: provável aumento de água no solo durante a colheita mecanizada e, ao ciclo de adoção do C8, no qual, devido à ação de compressão das partículas e o aumento do número de contatos entre cada agregado, levou-se ao seu rompimento e à formação de uma estrutura maciça do solo. Sendo este material, portanto, constituído não por agregados, mas por torrões de solo. Segundo Garbiate *et al.* (2011) os efeitos da pressão exercida pelo

**Tabela 1-** Distribuição de agregados estáveis em água por classe de diâmetro em camadas de um Latossolo Vermelho sob mata nativa e em função dos ciclos do canavial sob colheita mecanizada

Camada (m)	Classes de agregados (mm)					
	> 4,00	4,00 a 2,00	2,00 a 1,00	1,00 a 0,50	0,50 a 0,25	< 0,25
-----%-----						
C8						
0 - 0,10	73,18 Ba	4,25 Ba	1,46 Ba	2,94 Cb	9,25 Ba	8,92 Ba
0,10 - 0,20	70,50 Bab	4,79 Ba	2,12 Ba	3,46 Cb	10,32 Ba	8,80 Aa
0,20 - 0,30	63,96 Bb	4,69 Ba	3,16 Ca	5,77 Ca	12,55 Ba	9,87 Aa
C7						
0 - 0,10	30,26 Da	9,78 Aa	8,15 Aa	18,33 Aa	23,90 Ab	9,57 Ba
0,10 - 0,20	19,52 Db	8,39 Aa	7,80 Aa	17,52 Aa	34,78 Aa	11,99 Aa
0,20 - 0,30	20,83 Db	11,46 Aa	10,24 Ba	17,73 Aa	27,59 Ab	12,15 Aa
C1						
0 - 0,10	39,88 Cb	5,31 Aa	5,50 Ac	12,11 Bb	21,46 Aa	15,74 Aa
0,10 - 0,20	54,86 Ca	7,76 Aa	9,51 Ab	9,97 Bb	11,46 Bb	6,43 Ab
0,20 - 0,30	30,07 Cc	10,66 Aa	14,14 Aa	18,85 Ba	20,61 Aa	9,67 Ab
MN						
0 - 0,10	95,72 Aa	2,96 Ba	0,12 Ba	0,26 Da	0,62 Ca	0,31 Ca
0,10 - 0,20	95,65 Aa	2,25 Ba	0,37 Ba	0,38 Da	0,84 Ca	0,50 Ba
0,20 - 0,30	91,28 Aa	3,29 Ba	1,11 Ca	1,33 Da	1,99 Ca	0,99 Ba
Teste F1	1.212,73**	24,93**	46,51**	338,49**	110,90**	25,85**
C.V. 1 (%)	7,64	19,55	12,17	23,86	17,07	20,26
Teste F2	16,04**	3,06 <sup>ns</sup>	14,05**	10,15**	0,90 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>
C.V. 2 (%)	12,01	14,75	18,52	21,92	19,34	22,67
Teste F(1x2)	7,06**	1,20 <sup>ns</sup>	3,94**	3,01*	4,94**	3,35**

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas referem-se à comparação de classes de agregados numa mesma camada e as minúsculas comparam médias de camadas de uma mesma classe de agregados. Coeficiente de variação referente aos tratamentos (parcelas)<sup>1</sup> e coeficiente de variação referente às camadas (subparcelas)<sup>2</sup>. ns: não significativo ( $p > 0,05$ ); \*significativo ( $p < 0,05$ ) e \*\* significativo ( $p < 0,01$ ). C8: 8º corte; C7: 7º corte; C1: 1º corte de cana-de-açúcar e MN: mata nativa.

tráfego de máquinas podem ser minimizados por meio da estabilidade estrutural associada à cobertura com resíduos vegetais. Como foi constatado por esses autores, o sistema de colheita mecanizada de cana crua apresentou maiores valores de DMG e DMP comparados aos sistemas de colheita mecanizada de cana queimada.

Por outro lado, Machado *et al.* (2010) afirmaram que, em Latossolo Vermelho na camada de 0-0,20 m (387 g kg<sup>-1</sup> de areia), o manejo da cana colhida mecanicamente (387 g kg<sup>-1</sup> de areia) apresentou maiores porcentagens de agregados < 0,25 mm que aquelas relatadas em solos sob mata nativa (379 g kg<sup>-1</sup> de areia). Comportamento similar foi verificado neste e para a mesma classe de agregado ao C7 e C8 na camada de 0-0,10 m (Tabela 1).

Observa-se que o tratamento C8 apresentou os maiores valores de DMP e DMG quando comparados ao

C7 e C1 (Tabela 2), porém esse comportamento não foi observado para os teores de MO justificando uma possível redução da qualidade dos agregados em C8. Contudo Luca *et al.* (2008) afirmaram que o maior teor de MO contribuiu com o aumento da estabilidade de agregados no Latossolo Vermelho (682 g kg<sup>-1</sup> de argila e 90 g kg<sup>-1</sup> de areia) e no Neossolo Quartzarênico (177 g kg<sup>-1</sup> de argila e 865 g kg<sup>-1</sup> de areia), expresso pelo maior teor de macroagregados e menor teor de microagregados estáveis em água. Os agregados da MN tiveram valores de DMG e DMP e teores de MO superiores em todas as camadas, quando comparadas aos manejos cultivados (Tabela 2). Salienta-se também que na camada de 0-0,10 m os valores médios de DMG nos tratamentos C1 e C7 não excederam 2,0 mm. Resultados similares foram observados por Tavares-Filho *et al.* (2010) em Latossolo Vermelho distrófico psamítico, manejado com cana-de-açúcar, onde não foram observados

**Tabela 2** - Porcentagem de agregados > 2,00 mm estáveis em água (AG>2 mm), diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP), índice de sensibilidade (IS) e teor de matéria orgânica (MO) em Latossolo Vermelho sob mata nativa e função dos ciclos do canavial sob colheita mecanizada

Camada (mm)	AG>2 mm (%)	DMG	DMP (mm)	IS	MO (g dm <sup>-3</sup> )
C8					
0 - 0,10	77,43 Ba	3,09 Ba	4,59 Ba	0,79 Ba	9,33 Ba
0,10 - 0,20	75,30 Bab	2,92 Bab	4,46 Bab	0,77 Ba	8,33 Aa
0,20 - 0,30	68,65 Bb	2,48 Bb	4,11 Bb	0,73 Ba	9,00 Ba
C7					
0 - 0,10	40,05 Ca	1,28 Ca	2,46 Ca	0,42 Ca	8,33 Bb
0,10 - 0,20	27,91 Db	0,90 Da	1,82 Db	0,31 Db	10,67 Aa
0,20 - 0,30	32,28 Dab	1,05 Ca	1,99 Db	0,42 Ca	7,33 Bb
C1					
0 - 0,10	45,18 Cb	1,36 Cb	2,82 Cb	0,49 Cb	8,00 Ba
0,10 - 0,20	62,62 Ca	2,42 Ca	3,78 Ca	0,65 Ca	8,00 Aa
0,20 - 0,30	40,73 Cb	1,38 Cb	2,53 Cb	0,45 Cb	8,67 Ba
MN					
0 - 0,10	98,68 Aa	5,64 Aa	5,81 Aa	1,00 Aa	15,00 Aa
0,10 - 0,20	97,90 Aa	5,56 Aab	5,78 Aa	1,00 Aa	10,00 Ab
0,20 - 0,30	94,57 Aa	5,12 Ab	5,58 Aa	1,00 Aa	14,00 Aa
Teste F1	1.410,39**	1.086,71**	1.448,81**	389,19**	5,22*
C.V. 1 (%)	5,42	10,33	5,66	10,02	29,77
Teste F2	11,12**	11,89**	9,32**	0,82**	2,17 <sup>ns</sup>
C.V. 2 (%)	9,92	13,7	11,12	14,16	11,11
Teste F(1x2)	7,72**	6,88**	7,47**	4,61**	8,13**

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas referem-se à comparação de atributos e/ou índice do solo numa mesma camada e as minúsculas comparam médias de camadas de um mesmo atributo e/ou índice do solo. Coeficiente de variação referente aos tratamentos (parcelas)<sup>1</sup> e coeficiente de variação referente às camadas (subparcelas)<sup>2</sup>. \*\* significativo ( $p < 0,01$ ). C8: 8º corte; C7: 7º corte; C1: 1º corte de cana-de-açúcar e MN: mata nativa.

valores superiores a 2,0 mm nem mesmo para a mata nativa; indicando uma tendência de baixa estabilidade de agregados em solos arenosos, como os do presente estudo (700 g kg<sup>-1</sup> de areia).

Vasconcelos *et al.* (2010) avaliando diferentes sistemas de manejo de cana-de-açúcar, concluíram que a estabilidade dos agregados na camada superficial de 0-0,20 m é função do teor de MO. Porém, neste estudo os altos valores de estabilidade de agregados nos tratamentos cultivados não podem ser justificados com os valores de MO; e sim pelo efeito da compressão no solo, o qual resultou em aumento de torrões no solo. Esse fato torna-se evidente quando se observa os valores de DMG e DMP na camada de 0-0,30 m (Tabela 2), os quais seguiram uma ordem decrescente MN>C8>C7=C1 e em relação aos teores de MO, a MN>C8=C7=C1. Complementando

essa observação tem-se que considerar que a palhada encontrada na superfície do solo ajuda na manutenção da MO e na formação de agregados entre outros atributos do solo (CARVALHO *et al.*, 2011).

Constata-se então que os valores de DMP dos tratamentos cultivados foram inferiores em relação a MN. Os menores valores de DMP nos sistemas de cultivo de cana são devidos ao efeito destrutivo na estrutura do solo após a colheita da cana e também ao tráfego promovido pela operação de colheita (CORRÊA, 2002). Tais resultados assemelham-se aos relatados por Roque *et al.* (2010), os quais presenciaram diminuição do DMP dos agregados nos manejos com tráfego de máquinas agrícolas em cana-de-açúcar. No entanto, Souza *et al.* (2012), avaliando as camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, verificaram maiores valores de DMP no manejo envolvendo cana planta em



relação a cana queimada. Em outra situação semelhante, porém com colheita da cana manual após queima, Fontana *et al.* (2010) verificaram, tanto em Argissolos como em Latossolos, maiores valores de DMP na área de floresta em relação às áreas cultivadas com pastagem e cana-de-açúcar.

Os resultados obtidos em relação aos efeitos da MO na agregação do solo (Tabela 2), estão de acordo com os de Centurion *et al.* (2007), os quais encontraram maior valor de DMP para o solo sob MN. Segundo esses autores, a maior estabilidade dos agregados da MN deve-se, entre outros fatores, ao contínuo fornecimento de material orgânico, que serve como fonte de energia para a atividade microbiana; cujos subprodutos, constituídos de moléculas orgânicas, atuam como agente de formação e estabilização dos agregados (BONINI; ALVES, 2011). Além deste aspecto, pode-se salientar o efeito físico das raízes das árvores nas áreas sob mata natural, que atua na formação, manutenção e no tamanho dos agregados do solo (SILVA *et al.*, 1998).

A porcentagem de agregados maiores que 2,0 mm (AG>2 mm) seguiram uma ordem decrescente MN > C8 > C1 = C7 na camada de 0-0,10 m, apesar dos teores semelhantes de MO nas áreas cultivadas. Contrariando esses resultados Vicente *et al.* (2012) em áreas de cultivo de cana-de-açúcar com a aplicação de vinhaça, concluíram que as maiores porcentagens de agregados estáveis em água > 2,0 mm ocorreram na camada de 0-0,20 m, indicando a contribuição da MO na preservação dos agregados. Neste sentido correlações positivas mas não significativas, foram observadas entre o AG>2 mm e os teores de MO nas três camadas avaliadas (Tabela 2). Avaliando a agregação sobre a estrutura do solo em sistemas de uso Loss *et al.* (2008) encontraram resultados semelhantes em comparação com uma área de floresta secundária.

De acordo com Vasconcelos *et al.* (2010), deve-se levar em consideração também os ciclos sucessivos de umedecimento e secagem do solo, pois na camada superficial do solo esses ciclos são mais intensos do que nas camadas subsuperficiais, como ocorreu no caso dos valores do AG>2 mm no C7 na camada de 0-0,10 m. Esses ciclos provocam a desintegração dos ligantes orgânicos e inorgânicos do solo, o que resulta na formação de agregados maiores (HORN, 1990). Com relação aos índices de sensibilidade (IS), observa-se que a cana soca de 8º corte apresentou maior valor de IS em relação às áreas com cana de 1º e 7º ciclos em todas as camadas do solo (Tabela 2). Isso indica que o efeito da pressão exercida durante o tráfego de máquinas no tratamento C8 provocou o surgimento de torrões no solo de uma forma mais pronunciada do que nas condições do C7 e do C1.

Foi observado correlação positiva e significativa entre o teor de MO e o DMG ( $r = 0,98^*$ ) apenas na camada de 0,20-0,30 m (Tabela 3). Alta correlação também ocorreu entre AG>2 mm e DMP em todas as camadas avaliadas ( $r = 0,99^{**}$ ). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Zalameña (2008), em solos de textura média em Planalto (RS), o qual observou correlações positivas apenas entre DMG e MO ( $r = 0,32^*$ ).

**Tabela 3** - Correlação entre as variáveis em camadas de um Latossolo Vermelho

Variáveis	MO	AG>2 mm	DMG	DMP
0-0,10 m				
MO	-	-	-	-
AG>2 mm	0,89 <sup>ns</sup>	-	-	-
DMG	0,97 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>*</sup>	-	-
DMP	0,87 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>**</sup>	0,97 <sup>*</sup>	-
0,10-0,20 m				
MO	-	-	-	-
AG>2 mm	0,30 <sup>ns</sup>	-	-	-
DMG	0,07 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>*</sup>	-	-
DMP	0,30 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>**</sup>	0,95 <sup>*</sup>	-
0,20-0,30 m				
MO	-	-	-	-
AG>2 mm	0,92 <sup>ns</sup>	-	-	-
DMG	0,98 <sup>*</sup>	0,97 <sup>*</sup>	-	-
DMP	0,92 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>**</sup>	0,96 <sup>*</sup>	-

MO: teor de matéria orgânica do solo, AG>2 mm: porcentagem de agregados superiores a 2,00 mm, DMG: diâmetro médio geométrico, DMP: diâmetro médio ponderado.

Silva *et al.* (2006), em Argissolo Amarelo, também observaram correlação positiva entre o diâmetro médio úmido e a MO particulada ( $r = 0,86^{**}$ ). No litoral sul de Pernambuco, Vicente *et al.* (2012) também verificaram a alta correlação entre o DMP e a MO ( $r = 0,79^{**}$ ). Para Wendling *et al.* (2012) a MO é um agente importante na formação e estabilização dos agregados; portanto é natural encontrar correlação entre a MO e tais índices.

## Conclusões

O manejo da cana-de-açúcar com colheita mecanizada de 8º ciclo apresentou maiores DMG e DMP, mas teores semelhantes de MO em comparação com os demais ciclos de corte de cana-de-açúcar. Contudo, o

tratamento C8 não refletiu um efeito prejudicial à estrutura do solo mesmo tendo um ciclo longo de cortes da cana;

O diâmetro médio geométrico apresentou pior correlação com a matéria orgânica do solo na camada de 0,10-0,20 m.

## Literatura científica citada

AZEVEDO, A. C. de; SCHULZE, D. G. Aggregate distribution, stability and release of water dispersible clay for two subtropical Oxisols. *Scientia Agricola*, v. 64, p.36-43, 2007.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Scientia Agricola*, v. 58, p. 555-560, 2001.

BOLINDER, M. A.; ANGERS, D. A.; GREGORICH, E. G.; CARTER, M.R. The response of soil quality indicators to conservation management. *Canadian Journal Soil Science*, v. 79, p. 37-45, 1999.

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C. Estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho degradado em recuperação com adubos verdes, calcário e gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p.1263-1270, 2011.

CARVALHO, L. A.; MEURER, I.; SILVA JÚNIOR., C. A.; CAVALIERI, K. M. V.; SANTOS, C. F. B. Dependência espacial dos atributos físicos de três classes de solos cultivados com cana-de-açúcar sob colheita mecanizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, p. 940-949, 2011.

CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; METZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p.199-209, 2007.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana- de- Açúcar Safra 2012/13**. Brasília, DF: Conab, 2012. disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_04\\_10\\_09\\_19\\_04\\_boletim\\_de\\_cana\\_.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_10_09_19_04_boletim_de_cana_.pdf)>. Acesso em: 27 de junho de 2012.

CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 203-209, 2002.

Embrapa-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

Embrapa-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p.

FONTANA, A.; BRITO, R. J. de; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Índices de agregação e a relação com as substâncias húmicas em Latossolos e Argissolos de tabuleiros costeiros, Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, p. 291-297, 2010.

GARBIATE, M. V.; VITORINO, A. C. T.; TOMASINI, B. A.; BERGAMIN, A. C.; PANACHUKI, E. Erosão em entre sulcos em área cultivada com cana crua e queimada sob colheita manual e mecanizada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p.2145-2155, 2011.

GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio direto e rotação de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 12, p.1489-1498, 2010.

HORN, R. Aggregate characterization as compared to soil bulk properties. *Soil and Tillage Research*, v. 17, p. 265-289, 1990.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. In: BLACK, C. A. Methods of soil analysis. **Size distribution of aggregates**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Cap. 1, p. 499-510.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Agregação do solo e índice de sensibilidade em áreas sob diferentes sistemas de produção orgânica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2008. CD Rom.

LUCA, E. F.; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. 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, p.789-800, 2008.

MACHADO, V.; TELLES, T. S.; TAVARES-FILHO, J.; GUIMARÃES, M. F.; ALVES, G. B.; BORGES, J. L. B. Physical properties of a rhodic haplustox under two sugarcane harvesting systems. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, p.1803-1809, 2010.

MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, M. R. Propriedades de um Argissolo Amarelo fragipânico de Alagoas sob cultivo contínuo da cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, p. 79-87, 2004.

ROQUE, A. A. O.; SOUZA, Z. M. de; BARBOSA, R. S.; SOUZA, G. S. de. Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, p. 744-750, 2010.

SILVA, M. L. N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M.; MARQUES, J. J. G. S. M.; Carvalho, A. M. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, p. 97-103, 1998.

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, p. 579-585, 2006.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R.; CARVALHO, F. G.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F. Impact of sugarcane cultivation on soil carbon fractions, consistence limits and aggregate stability of a Yellow Latosol in Northeast Brazil. *Soil and Tillage Research*, v. 94, p. 420-424, 2007.

SOUZA, H. A. de; MARCELO, A. V.; CENTURION, J. F. Carbono orgânico e agregação de um Latossolo Vermelho com colheita mecanizada de cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, p.658-663, 2012.

SOUZA, Z. M.de; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 271-278, 2005.

TAVARES-FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C.; RIBON, A. A. Physical properties of dystrophic Red Latosol (Oxisol) under diferente agricultural uses. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 925-933, 2010.

VASCONCELOS, R. F. B.; CATALICE, J. R. B.; OLIVEIRA, V. S.; COSTA, Y. D. J.; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 309-316, 2010.

VICENTE, T. F. S.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; OLIVEIRA, V. S.; OLIVEIRA, A. K. S.; SOUZA, A. M. P. L. Relações de atributos do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 1215-1222, 2012.

WENDLING, B.; FREITAS, I. C. V.; OLIVEIRA, R. C.; BABATA, M. M.; BORGES, E. N. Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conservação do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 256-265, 2012.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 487-494, 2005.

ZALAMENA, J. Impacto do uso da terra nos atributos químicos e físicos de solos do rebordo do Planalto-RS. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria Santa Maria, 2008. 79p. (Tese de Mestrado).