

ESTABILIDADE DE AGREGADOS DE UM LATOSSOLO ROXO SOB DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DO SOLO E DE MANEJO DA PALHADA DO MILHO⁽¹⁾

R.C. ALVARENGA⁽²⁾, B. FERNANDES⁽³⁾, T.C.A. SILVA⁽³⁾ & M. RESENDE⁽³⁾

RESUMO

Avaliou-se a estabilidade dos agregados de um Latossolo Roxo eutrófico submetido ao preparo com arados de aiveca e disco e a palha do milho manejada, em duas épocas diferentes, com enxada rotativa, queima, grade pesada e roçadeira. A qualidade da inversão da leiva, conforme os arados, alterou significativamente ($P < 0,05$) o diâmetro dos agregados. O manejo da palhada feito logo após a colheita condicionou redução dos agregados. Os restos culturais deixados à superfície favoreceram o aumento do diâmetro dos agregados: aqueles com diâmetro maior que 2,0 mm apresentaram a mesma tendência que o diâmetro médio geométrico calculado.

Termos de indexação: Métodos de preparo do solo, manejo de restos de cultura, manejo palhada, estabilidade de agregados, milho.

SUMMARY: AGGREGATE STABILITY OF AN EUTROFIC LATOSOL "ROXO" (EUTRUSTOX) UNDER DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS AND CORNSTALK MANAGEMENT

The effect of tillage systems and residue management on aggregate stability of an eutrophic Latosol "Roxo" (Eustrustox) was studied. Moldboard-plow and disc-plow were used to prepare the soil. The cornstalk management was done using rotary tiller, heavy disc-harrow, rotary cutter, and burning of the cornstalk, at two different times after harvest (immediately after harvest and before plowing operation). The aggregate stability of soil was affected by the type of tillage systems. Managing cornstalk immediately after the harvest resulted in a decrease on the amount of larger aggregates but cornstalk left on the soil surface by rotary cutter contributed to the formation of large aggregates. The amount of aggregates larger than 2.0 mm and the geometric mean diameter value were similarly affected by the treatments.

Index terms: Soil tillage systems, crop residue management, cornstalk management, aggregates stability, corn.

INTRODUÇÃO

A tentativa de ajustar práticas de preparo do solo e de manejo de restos culturais, para mantê-lo com características físicas desejáveis ao desenvolvimento vegetal e à conservação do solo e da água é objetivo de muitos pesquisadores. A produtividade e a conservação do solo poderão ser comprometidas pelo excesso ou pela inadequação de práticas a que é submetido, desde o seu preparo até a colheita da cultura que nele se estabeleceu.

Tem sido verificada uma redução no tamanho dos agregados após alguns anos de cultivo, redução essa proporcional à intensidade do cultivo do solo (Abraão et alii, 1978; Aina, 1979, e Grohmann & Arruda, 1961). Beale et alii (1955) observaram maior grau de agregação do solo quando apenas gradeado e com maior quantidade de resíduos na superfície, em comparação com a agregação obtida pela aração com a inversão da camada superficial do solo.

A agregação do solo é também influenciada pelo manejo dos resíduos da cultura. Pesquisas têm evidenciado que é mais vantajoso, do ponto de vista de agregação, manter os resíduos em cobertura do que incorporá-los ou eliminá-los pela queima ou outro processo (Beale et alii, 1955; Biederbeck et alii, 1980, e Siddoway, 1963).

Schaller & Stockinger (1953), comparando métodos para expressar agregação do solo, concluíram que a porcentagem de agregados $> 2,0$ mm é um bom índice, tendo como principal vantagem a maior rapidez na sua determinação, pelo uso de apenas uma peneira. A vantagem de usar uma peneira nesse tipo de análise foi reconhecida por Paula & Coelho (1982), citando Kemper & Rock.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de métodos de preparo do solo e de manejo da palhada do milho na estabilidade dos agregados de um Latossolo Roxo eutrófico.

(1) Parte da tese de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa (MG). Recebido para publicação em março e aprovado em agosto de 1986.

(2) Pesquisador da EMBRAPA/EPAMIG. Caixa Postal 295, CEP 35700 Sete Lagoas (MG).

(3) Professor Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (MG). CEP 36570 Viçosa (MG).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi amostrado um ensaio de campo no seu nono ano de condução, em um Latossolo Roxo eutrófico, argiloso, relevo suave ondulado, fase floresta subcaducifolia, localizado em Capinópolis (MG).

Os tratamentos consistiam no uso dos arados de disco e de aiveca como métodos de preparo do solo, associados a roçadeira, queima, grade pesada e enxada rotativa, empregados como métodos de manejo dos restos culturais do milho, em duas épocas, uma logo após a colheita e a outra imediatamente antes das operações de preparo do solo para o plantio.

O preparo do solo era feito a uma profundidade de 20 a 25 cm, e o arado de aiveca fazia a mais completa inversão dessa camada. Dentre os implementos de manejo de palhada, a enxada rotativa e a grade pesada eram os tratamentos que causavam algum distúrbio ao solo, pois trabalhavam a uma profundidade de aproximadamente 5 cm, incorporando parte dos resíduos. A roçadeira apenas picava os resíduos do milho, deixando-os sobre a superfície do solo, e a queima era o tratamento que eliminava os resíduos da cultura.

Todos os tratamentos recebiam uma gradagem com grade simples, feita após a aradura, adubação básica com NPK e o controle de plantas daninhas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos sistemas de manejo da palhada, sistemas de preparo do solo e épocas de manejo, combinados segundo um fatorial $4 \times 2 \times 2$, foram dispostos nas parcelas, enquanto as profundidades constituíram as subparcelas.

A amostragem consistiu em retirar blocos de solo de $25 \times 15 \times 10$ cm, nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm, sendo que, por limitações de trabalho, foi retirada apenas uma amostra por profundidade em cada parcela.

A estabilidade dos agregados em água foi determinada segundo metodologia proposta por Yoder (1936). Amostras de 25 g com agregados de diâmetros entre 9,52 e 4,76 mm foram colocadas em vidros de relógio, umedecidas lentamente com um atomizador e colocadas em câmara úmida durante seis horas. Findo esse tempo, procedeu-se ao peneiramento em água por 15 minutos em um conjunto equipado com peneiras com diâmetro de malha de 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm, ajustando-se o aparelho para 35 ciclos por minuto, a uma altura de 3,5 cm.

O diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados estáveis em água foi calculado pela fórmula proposta por Schaller & Stockinger (1953):

$$\text{DMG} = \text{antilog } \Sigma (n \log d) / \Sigma n$$

onde: DMG: diâmetro médio geométrico, em mm; n: frequência, ou seja, a percentagem de agregados obtida nas diversas classes de peneiras; e d: valor médio dos limites de cada classe de peneiras.

O grau de estabilidade dos agregados peneirados a seco, manualmente (Kemper & Chepil, 1965), foi obtido a partir de blocos com estrutura natural secos ao ar. Foram feitas duas peneiragens para cada amostra e dados cinquenta golpes para determinar as quantidades de agregados retidos em cada peneira, sendo os seus pesos corrigidos para peso seco em estufa a 105°C. Utilizaram-se peneiras com malhas de 9,52; 4,76; 2,00; 1,00 e 0,50mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Agregados estáveis em água

Entre as classes de diâmetro de agregados, observou-se que mais de 60% desses eram maiores do que 2,0 mm, para todos os tratamentos estudados (Quadro 1), e a percentagem de agregados por classe diminuiu juntamente com o diâmetro das classes. Esse resultado confirma a boa agregação dos latossolos. Os sistemas de preparo do solo afetaram significativamente ($P < 0,05$) o tamanho dos agregados (Quadro 1). Para agregados $> 2,0$ mm, o preparo com arado de disco apresentou as maiores quantidades; entretanto, para as demais classes de tamanho, as maiores quantidades de agregados foram encontradas com o uso do arado de aiveca, embora na classe entre 2,0 e 1,0 mm a diferença não tenha sido significativa. Observa-se também que o DMG foi maior para o arado de disco. Esses resultados são devidos em parte à eficiência de incorporação dos restos culturais feita pelos implementos. Grohmann & Arruda (1961) observaram maior pulverização do solo nos tratamentos de preparo mais intenso, onde o DMG dos agregados foi reduzido. O arado de disco, que pela sua menor eficiência de incorporação mantém maiores quantidades de resíduos na superfície, apresentou maior percentagem de agregados $> 2,0$ mm, ao passo que o arado de aiveca, realizando melhor inversão da camada superficial do solo, reduziu a cobertura e, conseqüentemente, a percentagem dos agregados $> 2,0$ mm. A cobertura do solo com resíduos de culturas favorecendo maior percentagem de agregados de maior tamanho já foi verificada em outros trabalhos (Beale et alii, 1955; Siddoway, 1963, e Biederbeck, 1980).

Entre as épocas de manejo da palhada (Quadro 1) ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo que maior percentagem de agregados $> 2,0$ mm foi observada quando o manejo da palhada do milho foi realizado imediatamente antes do preparo do solo para o plantio. Para as três classes de tamanho com agregados menores que 0,5 mm, observou-se a maior percentagem de agregados quando se manejou a palhada logo após a colheita. Quando o solo foi mobilizado em uma só época, ou seja, quando o manejo da palhada foi feito na mesma época do preparo do solo, ocorreu maior percentagem de agregados de maior tamanho em detrimento daqueles de menor diâmetro. A mobilização do solo em duas épocas diferentes pode ter alterado a agregação, reduzindo o tamanho dos agregados. Grohmann & Arruda (1961), trabalhando em um Latossolo Roxo do Estado de São Paulo, verificaram que a manipulação intensiva do solo reduziu o tamanho de seus agregados.

Os sistemas de manejo da palhada alteraram diferentemente a estabilidade dos agregados (Quadro 1). Para as três classes de agregados de maior tamanho, não houve diferenças significativas; entretanto, na classe de tamanho entre 9,52 e 2,0 mm, a enxada rotativa e a roçadeira apresentaram as maiores percentagens; a queima e grade pesada, as menores. Para os agregados entre 1,0 e 0,5 mm, a queima e a grade pesada foram os tratamentos que apresentaram maiores quantidades desses agregados, e a roçadeira e enxada rotativa, as menores quantidades. Nos tamanhos entre 0,5 e 0,25 mm, a queima apresentou as maiores quantidades desses agregados, diferindo significativamente ($P < 0,05$) da roçadeira. A enxada rotativa e a grade pesada apresentaram resultados intermediários. Para os agregados com tamanho entre 0,25 e 0,105 mm, a queima e a grade pesada apresentaram as maiores quantidades desses agregados, diferindo

significativamente ($P < 0,05$) da quantidade apresentada pela roçadeira, ocupando a enxada rotativa uma posição intermediária. A maior quantidade de agregados $< 0,105$ mm foi verificada com a grade pesada, sendo o seu resultado significativamente ($P < 0,05$) diferente daquele da enxada rotativa. A queima e roçadeira apresentaram resultados intermediários. De maneira geral, a queima e a grade pesada apresentaram maiores quantidades de agregados com tamanho menor do que 2,0 mm, e a roçadeira apresentou maior quantidade de agregados com tamanho maior do que 2,0 mm. Provavelmente, a manutenção da palhada do milho sobre o solo, em relação a sua incorporação ou eliminação, seja em parte a causa dessas diferenças. O efeito de equipamentos agrícolas na redução do diâmetro dos agregados de um Latossolo Roxo também foi constatado por Grohmann & Arruda (1961).

Entre as profundidades estudadas, verificou-se, para agregados $> 2,00$ mm, uma tendência de aumento das quantidades com a profundidade, embora as diferenças não fossem significativas (Quadro 1). Para agregados menores que 2,00 mm, verificou-se uma tendência de a profundidade 0-10 cm apresentar quantidades maiores de agregados, em alguns casos diferenças significativas ($P < 0,05$). Essa redução no tamanho dos agregados na profundidade de 0-10 cm pode ser, em parte, ocasionada pela maior pulverização do solo aí induzida pelos implementos de preparo do solo.

A associação entre arados e métodos de manejo da palhada (Quadro 1) apresentou resultados significativamente diferentes ($P < 0,05$). Para os agregados entre 9,52 e 2,0 mm, os arados diferiram quando a queima ou a grade pesada foram utilizadas no manejo da palhada, estando as maiores quantidades desses agregados associadas ao arado de disco. Analisando-se os métodos de manejo da palhada, verificou-se que somente com o arado de aiveca é que existem diferenças significativas ($P < 0,05$), estando as maiores quantidades associadas à roçadeira e à enxada rotativa.

Para agregados de tamanho entre 1,0 e 0,5 mm e 0,5 e 0,25 mm, observou-se um comportamento semelhante quando comparado o efeito dos arados associado aos sistemas de manejo da palhada. Entretanto, os resultados obtidos nessas duas classes de agregados foram inversos aos observados na classe de agregados de tamanho entre 9,52 e

2,0 mm, isto é, com o arado de aiveca, as menores quantidades de agregados nessas duas classes foram obtidas quando se utilizou a roçadeira como sistema de manejo da palhada, sendo esses valores diferentes ($P < 0,05$) daqueles observados quando a queima ou a grade pesada foram utilizadas. A associação da grade pesada ou da queima ao arado de aiveca proporcionou maiores percentagens de agregados nas classes 1,0 a 0,5 mm e 0,5 a 0,25 mm, do que quando esses dois sistemas de manejo da palhada foram associados ao arado de disco.

A associação do arado de aiveca à época de manejo da palhada após a colheita (Quadro 1) foi o tratamento que apresentou maior quantidade de agregados entre 0,25 e 0,105 mm, diferindo ($P < 0,05$) dos resultados apresentados quando esse mesmo arado foi associado ao manejo da palhada realizado antes do plantio ou quando o arado de disco foi associado ao manejo da palhada executado após a colheita. Como já foi discutido, a mobilização do solo em duas épocas diferentes tende a reduzir o tamanho dos agregados, contribuindo, assim, para aumentar a quantidade de agregados menores. Verifica-se que, independentemente da profundidade, a maior quantidade de agregados de menor tamanho foi obtida quando o manejo da palhada foi feito após a colheita. Entretanto, uma redução significativa ($P < 0,05$) na agregação do solo, expressa pela maior quantidade de agregados $< 0,105$ mm, somente se verificou na profundidade de 0 a 10 cm, possivelmente por ser essa a zona do solo mais sujeita à ação de implementos e trânsito de máquinas.

O diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados estáveis em água para os vários tratamentos (Quadro 1), embora apresentando diferença significativa ($P < 0,05$) somente entre sistemas de preparo do solo, mostra bem a relação existente entre essa medida e a classe de agregados entre 9,52 e 2,0 mm. Nota-se que os valores do DMG têm a mesma tendência que os dos agregados dessa classe. Desse modo, a classe de agregados estáveis em água, com tamanho entre 9,52 e 2,0 mm, pode ser satisfatoriamente utilizada para expressar agregação do solo, com a vantagem de poder ser determinada com maior rapidez do que o DMG, que utiliza todas as frações de tamanho. Angulo et alii (1984) e Schaller & Stockinger (1953) obtiveram resultados semelhantes.

Quadro 1. Resultados médios da estabilidade dos agregados em água, por classe de tamanho e diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados, nos vários tratamentos

Classes de agregados	Preparo do solo		Époda de manejo da palhada		Manejo da palhada				Profundidade (cm)			
	Arado de aiveca	Arado de disco	Depois da colheita	Antes do plantio	Enxada rotativa	Queima	Grade pesada	Roçadeira	0 a 10	10 a 20	20 a 30	
mm						%						
9,52 a 2,00	60,8b	64,9a	61,4b	64,3a	64,3A	60,6A	61,6A	64,9A	62,2A	62,3A	64,7A	
2,00 a 1,00	11,8a	11,4a	11,6a	11,6a	11,3A	12,3A	11,6A	11,2A	11,5AB	12,4A	10,9B	
1,00 a 0,50	9,0a	8,0b	8,8a	8,3a	8,2A	9,3A	8,6A	8,1A	9,0A	9,0A	7,6B	
0,50 a 0,25	9,0a	7,9b	8,9a	8,1b	8,1AB	9,1A	8,8AB	7,8B	8,6A	8,4A	8,4A	
0,25 a 0,105	5,9a	5,2b	5,9a	5,2b	5,3AB	5,9A	5,9A	5,1B	5,7A	5,3A	5,6A	
<0,105	3,4a	2,6b	3,4a	2,6b	2,7B	2,8AB	3,5A	2,9AB	3,6A	2,6B	2,8B	
DMG (mm)	2,3b	2,6a	2,3a	2,5a	2,6A	2,3A	2,4A	2,6A	2,4A	2,5A	2,5A	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha e para o mesmo tratamento, diferem ao nível de 5%, pelo teste F, e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha e para o mesmo tratamento, diferem ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A associação entre os arados e os sistemas de manejo da palhada é outro ponto que confirma o discutido no parágrafo anterior. Verifica-se que os resultados do DMG alcançados apresentam a mesma tendência que os dos agregados de tamanho entre 9,52 e 2,0 mm (Figura 1). A roçadeira associada ao arado de aiveca foi o sistema que condicionou maior valor ao DMG, diferindo ($P < 0,05$) daquele apresentado pela queima ou grade pesada associadas a esse mesmo arado. Para queima e grade pesada, os maiores valores do DMG foram obtidos quando esses implementos foram usados em associação ao arado de disco, sendo superior ($P < 0,05$) as suas associações ao arado de aiveca.

Agregados estáveis no peneiramento a seco

Mais de 30% desses agregados possuem diâmetro $> 9,52$ mm (Quadro 2), o que caracteriza estarem os agre-

gados individuais reunidos formando blocos maiores, estáveis a esse tipo de peneiramento, fato que pode ser atribuído tanto ao efeito cimentante da matéria orgânica como à desidratação do material do solo. Na profundidade de 20 a 30 cm, a quantidade desses agregados foi significativamente menor ($P < 0,05$) que as obtidas nas camadas superiores, indicando a contribuição da matéria orgânica na formação dos agregados $> 9,52$ mm. Já as quantidades dos de diâmetro $< 9,52$ mm, nas profundidades até 20 cm, foram, em algumas classes, significativamente menores ($P < 0,05$) que aquelas situadas entre 20 e 30 cm. Isso possivelmente se deva ao efeito desagregante causado pelos implementos de preparo do solo e manejo da palhada, através da pressão que exercem ao solo.

A mobilização, em duas épocas diferentes, imposta ao solo quando se fez o manejo da palhada depois da colheita,

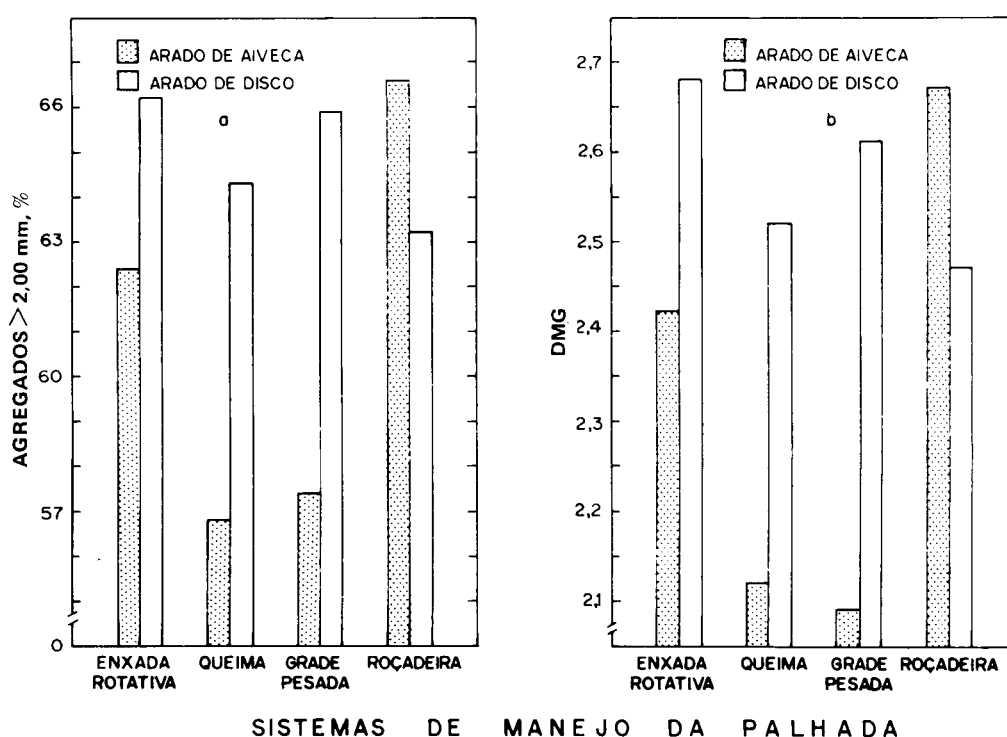


Figura 1. Diâmetro dos agregados de tamanho $> 2,0$ mm e do diâmetro médio geométrico (DMG), em função dos métodos de manejo da palhada e de preparo do solo.

Quadro 2. Resultados médios da estabilidade dos agregados no peneiramento a seco por classes de tamanho, nos vários tratamentos

Classes de agregados	Preparo do solo		Época de manejo da palhada		Manejo da palhada				Profundidade (cm)		
	Arado de aiveca	Arado de disco	Depois da colheita	Antes do plantio	Enxada rotativa	Queima	Grade pesada	Roçadeira	0 a 10	10 a 20	20 a 30
mm	%										
$> 9,52$	32,6a	30,8a	29,9b	33,4a	31,3AB	29,1B	34,9A	31,3AB	33,0A	33,7A	28,2B
9,52 a 4,76	9,1a	9,7a	8,7b	10,1a	8,5B	9,2AB	9,2AB	10,6A	7,2B	10,8A	10,1A
4,76 a 2,00	8,0a	8,4a	8,0a	8,3a	7,9A	8,4A	7,7A	8,7A	6,8B	9,0A	8,7A
2,00 a 1,00	5,9a	6,2a	6,1a	6,0a	6,1A	6,2A	5,7A	6,2A	6,3A	5,8A	6,0A
1,00 a 0,50	10,5a	10,8a	10,7a	10,6a	10,7AB	11,5A	9,9B	10,5AB	9,6B	9,7B	11,1A
$< 0,50$	33,9a	34,3a	36,6a	31,6b	35,5A	35,7A	32,6A	32,8A	35,5A	31,1B	35,8A

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha e para o mesmo tratamento, diferem ao nível de 5%, pelo teste F, e médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma linha e para o mesmo tratamento, diferem ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

reduziu significativamente ($P < 0,05$) o diâmetro dos agregados, apresentando aqueles com diâmetro $> 4,76$ mm as menores quantidades, e os com diâmetro $< 0,5$ mm as maiores (Quadro 2). O emprego da grade pesada resultou em maior quantidade de agregados $> 9,52$ mm (Quadro 2), diferindo ($P < 0,05$) da queima. Já na classe entre 1,0 e 0,5 mm, verificou-se que a queima apresentou uma quantidade maior, e que a menor quantidade desses agregados foi apresentada pela grade pesada. Para os agregados entre 9,52 e 4,76 mm, a roçadeira condicionou maior quantidade, sendo diferente ($P < 0,05$) daquela apresentada pela enxada rotativa. Esse resultado mostra que existe uma tendência, quando se usa a enxada rotativa, de reduzir a quantidade de agregados maiores, em benefício dos de menor tamanho, o que pode causar algum efeito não desejado ao solo, e que a manutenção em cobertura dos resíduos tem um efeito inverso.

A associação entre arados e profundidades foi significativa ($P < 0,05$) para os agregados $< 0,5$ mm. Entre 0 e 10 cm, o arado de aiveca apresentou a menor quantidade desses agregados; entretanto, entre 20 e 30 cm, ele apresentou a maior quantidade. Entre 10 e 20 cm, os arados não diferiram, ocorrendo aí as menores quantidades desses agregados quando comparada com as outras profundidades.

Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram observadas quando se compararam os sistemas de manejo da palhada com as épocas de sua execução. Quando o manejo da palhada foi realizado antes do plantio, a percentagem de agregados $< 0,5$ mm foi sempre menor que aquela verificada quando o manejo foi feito após a colheita, o que vem reafirmar a tendência de redução da agregação do solo quando se faz o manejo da palhada numa época diferente daquela na qual é feito o preparo do solo para o plantio. Entretanto, essa diferença só se verificou nas duas primeiras profundidades estudadas, com ênfase entre 0 e 10 cm. Isso pode ser devido à intensidade do uso da maquinaria agrícola.

CONCLUSÕES

O diâmetro dos agregados foi afetado pelo tipo de arado e pela época de manejo da palhada do milho. A manutenção dos restos culturais sobre a superfície do solo favoreceu o desenvolvimento dos agregados: aqueles com diâmetro maior que 2,0 mm, estáveis em água, apresentaram

a mesma tendência que o diâmetro médio geométrico determinado, podendo ser utilizados para expressar o estado de agregação do solo.

LITERATURA CITADA

- ABRAÃO, P.U.R.; ELTZ, F.L.P.; GUERRA, M.; CASSOL, E.A. & GOEPFERT, C.A. Efeito de diferentes sistemas de preparo sobre as características físicas de um Latossolo Roxo distrófico. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, 1978. Anais. Passo Fundo, EMBRAPA/CNPT, 1978. p. 405-413.
- AINA, P.O. Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 43:173-177, 1979.
- ANGULO, R.J.; ROLOFF, G. & SOUZA, M.L.P. Correlação entre diferentes formas de determinação e representação da estabilidade e resistência dos agregados do solo. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 8:7-12, 1984.
- BEALE, O.W.; NUTT, G.B. & PEELE, T.C. The effect of mulch tillage on runoff, erosion, soil properties e crop yields. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, 19:244-247, 1955.
- BIEDERBECK, V.O.; CAMPBELL, C.A.; BOWREN, K.E.; SCHNITZER, M. & McIVER, R.N. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yield in Saskatchewan. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 44:103-111, 1980.
- GROHMANN, F. & ARRUDA, H.V. Influência do preparo do solo sobre a estrutura da Terra roxa Legítima. *Bragantia*, Campinas, 20:1203-1209, 1961.
- KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part 1. p.499-509.
- PAULA, J.L. de & COELHO, M.A. Método para determinação da estabilidade de agregados em solos sódicos e salino-sódicos. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 6:155-160, 1982.
- SCHALLER, F.W. & STOCKINGER, K.R. A comparison of five methods for expressing aggregation data. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, 17:310-313, 1953.
- SIDDOWAY, F.H. Effects of cropping and tillage methods on dry aggregates soil structure. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, 27:452-454, 1963.
- YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *J. Am. Soc. Agron.*, Washington, 28:337-351, 1936.