

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, outubro de 1966

N.º 24

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DOS AGREGADOS DO SOLO DA SÉRIE CHAPADÃO (LATOSSOLO ROXO) (1)

FRANCISCO GROHMANN, J. BERTOLDO DE OLIVEIRA e JOSÉ PEREIRA DE QUEIROZ NETO, *engenheiros-agrônomo, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônomico*

SINOPSE

Amostras de solo foram colhidas de parcelas de um ensaio de adubação de milho tratadas com estêrco, calcário e adubação mineral. Os agregados das amostras foram separados em classes de tamanho, e feitas as determinações: análise granulométrica, pH, C e N totais, Ca^{++} Mg^{++} e K^{+} trocáveis e capacidade de troca de cations.

Tôdas as amostras tiveram comportamento análogo: as porcentagens de argila diminuíram progressivamente dos agregados maiores até a classe de tamanho 1-0,5 mm, aumentando, a seguir, até atingir seu valor máximo na fração menor que 0,105 mm.

Os autores estudaram a influência dos diversos tipos de adubação sôbre as características dos agregados.

1 — INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos têm sido publicados últimamente, discorrendo sôbre vários aspectos da estrutura dos solos e procurando definir o mecanismo da formação dos agregados.

Essas pesquisas colocaram em relêvo a importância e a influência da matéria orgânica, argila, óxidos de ferro e bases adsorvidas na formação e estabilidade dos agregados do solo, além da ação exercida pelos métodos de cultivo, preparo do solo e adubações (1, 2, 5, 9, 11). Sabe-se que, a estrutura, sob o ponto de vista dinâmico, mostra aspectos que recebem a influência de todos êsse fatores. No entanto, não foi possível, até o momento, definir com exatidão todos os fenômenos que englobam a formação dos agregados, principalmente nos solos tropicais.

(1) Trabalho apresentado ao II Congresso Latino-Americano e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizados em Piracicaba, São Paulo, de 19 a 23 de julho de 1965. Recebido para publicação em 4 de março de 1966.

Com o intuito de trazer uma contribuição para o conhecimento da estrutura dos solos tropicais, foram iniciadas pesquisas que visavam determinar, com a maior exatidão possível, as características analíticas dos agregados de diversos tamanhos de dois solos do Estado de São Paulo (10). Foi possível verificar que os agregados desses solos apresentavam características diversas e bem definidas. A terra roxa mostrou uma variação sistemática dos níveis dos elementos analisados em função do tamanho dos agregados: os teores diminuíram dos agregados maiores para os médios e aumentaram destes para os agregados pequenos. O podzólico vermelho amarelo-orto, ao contrário, mostrou teores bastante constantes dos elementos nos diversos tamanhos de agregados.

Esses resultados mostraram que, a exemplo do que outros autores já tinham observado (3, 4), cada solo pode apresentar características próprias quanto ao nível dos elementos nas diferentes classes de tamanho de agregados.

Dando prosseguimento às pesquisas citadas anteriormente, procurou-se, neste trabalho, relatar as observações efetuadas com o intuito de avaliar a influência exercida por diversos tipos de adubação nas características físico-químicas dos agregados da terra roxa, série Chapadão.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas nesta pesquisa foram colhidas em 1964, num ensaio de adubação de milho, em terra roxa, série Chapadão, da Estação Experimental "Theodureto de Camargo". Em trabalho anterior (9) estudou-se o estado de agregação desse solo, nesse ensaio.

O ensaio compunha-se de 27 parcelas, tendo sido colhidas as amostras referentes aos seguintes tratamentos:

TRATAMENTOS	Estêrco t/ha	Doses calcário t/ha	NPK kg/ha
000	0	0	0
002	0	0	120-120-60
020	0	4	0
022	0	4	120-120-60
200	20	0	0
202	20	0	120-120-60
220	20	4	0
222	20	4	120-120-60

A dose de 4 toneladas de calcário só foi aplicada em 1953. Em 1955 foram aplicados somente 850 kg/ha, e depois dessa data

as parcelas não mais receberam êsse corretivo. Assim, em 1964 sòmente se estudava o efeito residual da aplicação da calagem.

O adubo mineral foi aplicado sob a forma de superfosfato e cloreto de potássio, lateralmente, no sulco; o N, sob a forma de sulfato de amônio, 1/5 no plantio, e o restante, posteriormente, em cobertura.

As operações de preparo do solo constaram de duas arações, gradagem, abertura de sulcos para o plantio e tratos culturais com cultivador "planet".

Para têrmo de comparação, foi colhida também uma amostra de terra num bosque artificial (BA), no mesmo solo, que representaria, assim, a estrutura nas condições naturais, sem cultivo.

Foram retiradas duas amostras por parcela, na profundidade aproximada de 0 a 25 cm, correspondente ao horizonte A e ao alcance máximo do bico de arado. Depois de bem homogenizadas, as amostras foram deixadas a secar ao ar e passadas na peneira de 7 mm de abertura de malha.

Foram separadas, por peneiragem a sêco, as seguintes classes de tamanho de agregados: 7-4, 4-2, 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25, 0,25-0,105 e $< 0,105$ mm.

A estabilidade nágua dos agregados foi determinada na classe de tamanho de 4-2 mm, obedecendo ao método empregado anteriormente (9, 10): as amostras foram umedecidas por capilaridade durante 12 horas e peneiradas a úmido em peneiras de 2 mm de abertura de malha. Para o cálculo da estabilidade, foram considerados sòmente os agregados retidos na peneira de 2 mm de abertura de malha.

Nas diversas classes de tamanho de agregados foram efetuadas as seguintes determinações: granulometria, pH, C e N totais, Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ trocáveis e a capacidade de troca de cátions, segundo os métodos em uso na Seção de Agrogeologia (8).

Com os resultados analíticos foram construídos gráficos mostrando a variação dos teores de argila, carbono total, soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cátions em função do tamanho dos agregados. Foram feitos gráficos que mostram as relações entre a soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cátions com as porcentagens de argila e C total.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estabilidade nágua dos agregados aparecem no quadro 1.

Verifica-se que a maior estabilidade dos agregados foi encontrada nas amostras provenientes do bosque artificial (BA). Resultados muito próximos são observados na parcela que recebeu

QUADRO 1. — Estabilidade nágua dos agregados de um solo da série Chapadão (terra roxa), de um ensaio com diferentes tipos de adubação e de um bosque artificial

Amostras	Agregados > 2 mm	Agregados < 2 mm
	%	%
T-000 — Testemunha	56,0	44,0
T-002 — NPK	58,0	42,0
T-020 — Calcário	57,6	42,4
T-022 — Calcário + NPK	56,4	43,6
T-200 — Estêrco	71,6	28,4
T-202 — Estêrco + NPK	61,6	38,4
T-220 — Estêrco + Calcário	64,8	35,2
T-222 — Estêrco + Calcário + NPK	61,6	38,4
BA — Bosque artificial	72,4	27,6

somente estêrco (T-200). A seguir, aparece um grupo de parcelas, nas quais a adição de estêrco foi acompanhada de calcário e adubo mineral (T-202, T-220, T-222). É interessante notar que a diminuição da estabilidade nágua pela aplicação de calcário junto ao estêrco (T-220) foi menor do que a provocada pela adubação mineral junto ao estêrco (T-202, T-222). Finalmente, um último grupo de amostras provenientes de parcelas que não receberam adubação (T-000) ou que só receberam calcário ou adubo mineral (T-002, T-020 e T-022). Estas amostras acham-se agrupadas, não sendo possível separar as influências exercidas pelos diversos tratamentos químicos.

Êsses resultados permitem verificar a ação do estêrco, do calcário e do adubo mineral sobre a estabilidade nágua. A aplicação de estêrco concorreu para aumentar a estabilidade nágua dos agregados. Anteriormente foi observado que esse tratamento provocou aumento do estado de agregação e da quantidade de agregados grosseiros (9). As influências do calcário ou do adubo mineral sobre a estabilidade nágua foram muito semelhantes, contrabalançando a ação do estêrco, quando aplicados juntos. A ação depressiva dos adubos minerais, nesse caso, foi um pouco maior do que a do calcário.

Êsses dados podem ser relacionados com os obtidos no podzólico vermelho amarelo-orto (11), que evidenciaram a ação positiva da matéria orgânica na agregação e estabilidade nágua dos agregados, ao mesmo tempo que registraram o efeito depressivo de teores mais elevados de cálcio trocável sobre essas características estruturais.

Os teores de C total da classe de tamanho de agregados de 4-2 mm mostraram uma variação muito pequena nas diferentes parcelas. A aplicação de qualquer um dos tratamentos, isolados

ou combinados, não provocou uma alteração sistemática dos níveis de matéria orgânica dos agregados. No entanto, os tratamentos T-220, T-200 e T-202 e a parcela BA mostraram uma relação C/N inferior à dos outros tratamentos, na classe de agregados de 4-2 mm. É possível, como indica esta observação, que êsses tratamentos promovam simplesmente uma modificação da qualidade do húmus formado, e essa modificação da qualidade, e não da quantidade, seria a responsável pela variação dos resultados da estabilidade nágua. McCalla (6), Koth e Page (5) e Browning e Millan (1), entre outros, já haviam mostrado que é a qualidade da matéria orgânica e não sua quantidade, que determina os níveis de estabilidade dos agregados nágua.

No quadro 2 figuram os dados da análise dos agregados.

É possível observar que em tôdas as amostras foi registrada uma variação semelhante nos teores dos elementos, confirmando trabalho anterior (10). As porcentagens de argila, C e N totais, bem como os níveis de bases trocáveis (valores individuais ou a soma) e da capacidade de troca, diminuíram progressivamente dos

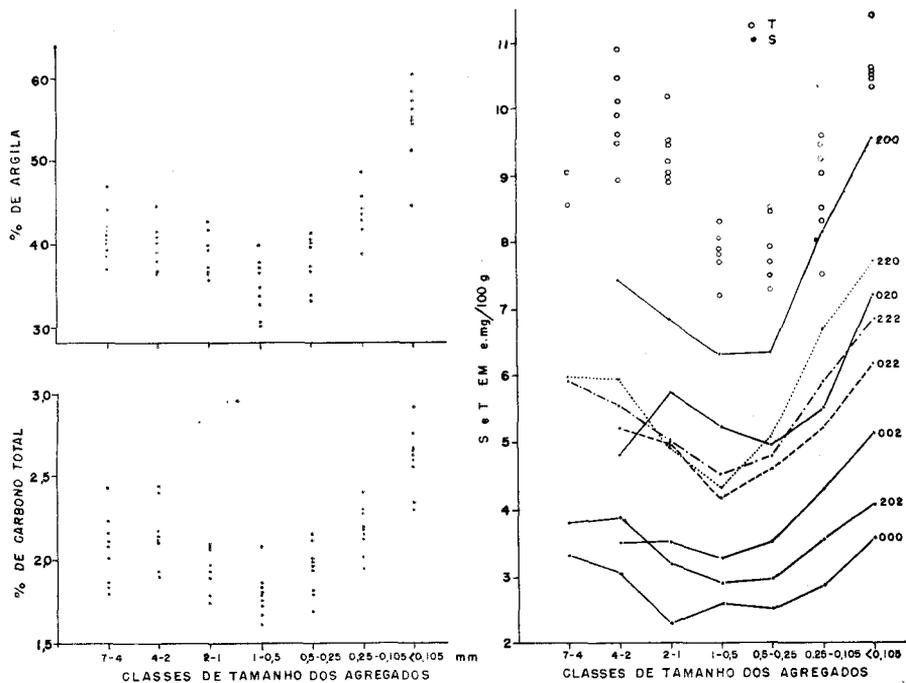


FIGURA 1. — Representação gráfica dos teores de argila e carbono e dos valores da soma de bases trocáveis e da capacidade de troca de cations dos diferentes tamanhos de agregados da terra roxa, provenientes de parcelas que receberam diferentes tipos de adubação.

QUADRO 2. — Características físicas e químicas das diferentes classes de tamanho dos agregados das amostras das parcelas do ensaio de milho que receberam diferentes adubações e da parcela de referência "Bosque Artificial"

Amostras	Classes de tamanho dos agregados	Frequência dos agregados	Análise granulométrica				pH	C total	N total	Bases trocáveis			S	T
			Argila	Limo	Areia fina	Areia grossa				Ca + +	Mg + +	K +		
T-000	mm	%	%	%	%	%	%	%	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	
	7 — 4	5,2	46,8	23,2	15,8	14,2	5,05	2,1	0,15	2,61	0,60	0,12	3,33	—
	4 — 2	18,0	44,6	20,9	20,5	14,0	4,90	2,11	0,15	2,50	0,46	0,10	3,06	10,12
	2 — 1	20,6	42,6	22,6	15,0	19,8	4,75	1,97	0,14	1,88	0,37	0,07	2,32	9,44
	1 — 0,5	20,0	37,0	20,0	13,2	29,8	5,00	1,68	0,13	2,04	0,50	0,07	2,61	7,87
	0,5 — 0,25	17,0	40,2	18,2	15,6	26,0	4,90	2,16	0,13	2,04	0,35	0,12	2,51	7,30
	0,25 — 0,105	8,9	—	—	—	—	4,90	2,16	0,15	2,32	0,44	0,11	2,87	7,50
< 0,105	10,3	58,2	18,3	23,5	0	4,95	2,65	0,18	2,94	0,47	0,17	3,58	10,60	
T-002	mm	%	%	%	%	%	%	%	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	
	7 — 4	17	—	—	—	—	—	1,86	—	3,02	0,52	—	—	—
	4 — 2	10,9	41,1	32,6	13,3	13,0	5,5	1,90	0,13	3,09	0,39	0,05	3,53	9,9
	2 — 1	18,6	39,0	27,4	16,1	17,5	5,5	1,80	0,13	3,28	0,20	0,05	3,53	8,9
	1 — 0,5	21,7	32,7	26,8	11,5	29,0	5,5	1,80	0,12	3,00	0,26	0,04	3,30	7,7
	0,5 — 0,25	22,3	33,0	25,4	14,1	27,5	5,6	1,70	0,12	3,11	0,36	0,05	3,52	7,5
	0,25 — 0,105	11,8	—	—	—	—	5,55	1,94	0,15	3,82	0,40	0,06	4,28	8,5
< 0,105	13,0	60,5	17,5	22,0	0	5,55	2,33	0,18	4,36	0,70	0,08	5,14	—	
T-020	mm	%	%	%	%	%	%	%	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	
	7 — 4	3,4	38,4	27,6	20,0	14,0	—	1,84	—	4,36	0,60	—	—	—
	4 — 2	14,2	40,0	28,1	18,9	13,0	6,2	2,09	0,13	4,10	0,60	0,10	4,80	—
	2 — 1	19,8	36,7	27,3	18,5	17,5	6,05	1,76	0,14	4,43	1,22	0,07	5,72	—
	1 — 0,5	20,7	34,6	21,0	15,4	29,0	5,7	1,88	0,12	3,92	1,24	0,06	5,22	—
	0,5 — 0,25	21,3	40,0	21,1	21,9	17,0	5,9	1,99	0,13	4,13	0,72	0,06	4,91	—
	0,25 — 0,105	10,7	44,0	18,2	37,5	0,3	5,8	2,18	0,17	4,68	0,75	0,07	5,50	—
< 0,105	9,9	57,0	18,5	24,5	0	5,9	2,60	0,20	6,16	0,92	0,12	7,20	12,0	
T-022	mm	%	%	%	%	%	%	%	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g	
	7 — 4	2,1	37,0	32,3	15,7	15,0	—	2,02	—	3,94	0,55	—	—	—
	4 — 2	12,4	37,9	30,6	17,5	14,0	5,35	2,40	0,15	4,43	0,74	0,05	5,22	10,9
	2 — 1	20,6	39,7	29,3	15,0	16,0	5,20	2,08	0,14	4,40	0,52	0,04	4,96	10,2
	1 — 0,5	22,7	37,5	23,4	12,1	27,0	5,30	1,84	0,13	3,72	0,39	0,04	4,15	8,3
	0,5 — 0,25	22,3	33,8	24,1	19,1	23,0	5,20	1,97	0,14	3,97	0,57	0,04	4,58	8,45
	0,25 — 0,105	10,3	42,6	23,0	33,9	0,5	5,30	2,12	0,16	4,51	0,64	0,05	5,20	9,25
< 0,105	9,6	54,0	24,0	22,0	0	5,40	2,54	0,20	5,45	0,63	0,08	6,16	11,4	

T-200	7 — 4	2,7	40,5	25,0	25,0	9,5	—	2,09	0,16	6,46	0,71	—	—
	4 — 2	15,5	36,0	28,5	25,5	10,0	6,20	2,16	0,16	6,20	1,20	7,45	9,6
	2 — 1	19,2	41,5	26,5	19,5	12,5	6,15	1,94	0,15	5,64	1,11	6,82	9,2
	1 — 0,5	20,9	30,0	19,5	31,0	31,0	6,10	1,62	0,13	5,24	1,02	6,31	7,2
	0,5 — 0,25	20,6	36,5	18,2	24,3	21,0	6,20	1,79	0,13	5,22	1,10	6,39	7,7
	0,25 — 0,105	10,0	38,5	25,6	35,9	0	6,35	2,26	0,16	6,47	1,61	8,16	9,4
	< 0,105	11,1	44,5	30,6	24,9	0	6,00	2,76	0,20	7,96	1,45	9,53	10,3
T-202	7 — 4	4,6	40,2	31,8	15,0	13,0	4,95	2,14	0,16	3,07	0,62	3,80	—
	4 — 2	19,1	41,4	29,9	15,2	13,5	4,90	2,11	0,16	3,13	0,64	3,88	10,4
	2 — 1	20,4	36,5	30,2	16,3	17,0	4,90	2,08	0,15	2,61	0,50	3,20	9,5
	1 — 0,5	19,3	39,5	17,5	13,5	29,5	4,90	2,08	0,13	2,32	0,46	2,88	7,8
	0,5 — 0,25	17,1	40,9	16,8	16,3	26,0	4,95	1,98	0,14	2,36	0,46	2,82	8,5
	0,25 — 0,105	8,9	45,4	19,7	34,9	0	5,10	2,13	0,13	2,98	0,44	3,56	9,4
	< 0,105	10,6	54,8	22,7	22,5	5,15	5,15	2,63	0,20	3,44	1,15	4,04	10,5
T-220	7 — 4	4,3	41,8	25,7	19,0	13,5	6,15	1,78	0,14	5,14	0,62	5,90	—
	4 — 2	17,3	36,4	29,8	21,3	12,5	6,15	1,93	0,14	5,18	0,60	5,91	9,5
	2 — 1	20,8	35,7	29,9	19,4	15,0	6,05	1,90	0,13	4,24	0,56	4,90	9,05
	1 — 0,5	21,7	33,8	25,1	13,1	28,0	6,11	1,78	0,13	3,80	0,39	4,30	7,80
	0,5 — 0,25	19,3	40,5	18,5	21,5	19,5	6,30	1,82	0,13	4,51	0,45	5,06	7,7
	0,25 — 0,105	8,4	43,3	26,2	29,5	1,0	6,40	2,03	0,16	5,51	1,09	6,71	9,05
	< 0,105	8,2	56,0	20,0	24,0	0	6,10	2,30	0,19	6,41	1,15	7,68	10,4
T-222	7 — 4	6,7	42,0	22,5	23,5	12,0	5,90	2,43	0,15	4,97	0,79	5,93	9,05
	4 — 2	20,9	39,0	27,5	21,5	12,0	5,90	2,16	0,15	4,80	0,59	5,56	10,4
	2 — 1	20,9	36,5	25,0	19,5	19,0	5,70	2,08	0,14	3,98	0,87	5,00	9,0
	1 — 0,5	19,1	30,2	24,8	17,0	28,0	5,70	1,74	0,13	3,72	0,65	4,51	7,7
	0,5 — 0,25	15,9	37,0	20,3	20,7	22,0	5,80	2,11	0,13	3,92	0,69	4,76	7,9
	0,25 — 0,105	7,5	41,5	21,5	36,0	1,0	5,80	2,30	0,17	4,84	0,87	5,87	9,6
	< 0,105	9,0	51,0	21,5	27,5	0	5,80	2,66	0,20	5,82	0,85	6,82	10,6
B.A.	7 — 4	6,2	39,0	18,7	28,3	14,0	5,80	2,22	0,21	5,70	1,12	6,91	8,6
	4 — 2	27,3	41,0	19,3	23,7	16,0	5,75	2,45	0,20	5,30	0,95	6,32	8,95
	2 — 1	22,2	36,3	19,2	20,5	24,0	5,80	2,09	0,17	3,78	1,00	4,85	9,55
	1 — 0,5	18,2	36,5	10,3	17,2	36,0	5,90	1,77	0,14	4,20	0,76	5,03	8,05
	0,5 — 0,25	14,1	39,5	8,6	21,9	30,0	5,90	2,01	0,16	4,23	0,76	5,04	—
	0,25 — 0,105	6,0	48,5	14,0	35,5	2,0	5,85	2,40	0,22	5,55	0,94	6,50	8,3
	< 0,105	6,0	54,5	21,5	24,0	0	5,80	2,92	0,27	6,49	1,05	7,65	—

agregados maiores até a classe de tamanho 1-0,5 mm, aproximadamente, aumentando, a seguir, até atingir seu valor máximo na fração $< 0,105$ mm.

A figura 1 registra êsses aspectos para as porcentagens de argila, C total e S e T em e.mg/100 g. As bases trocáveis não foram representadas individualmente, por apresentarem variações muito semelhantes às registradas pelo valor S.

Os agregados de mesmo tamanho, das várias parcelas, mostraram certa variação nos teores de argila. Essas diferenças, no entanto, não parecem significativas, e muitas delas estariam enquadradas dentro do erro analítico admissível nessas determinações. A falta de maior quantidade de material não permitiu efetuar repetições das análises, a fim de comprovar as variações registradas. É possível uma única observação, no caso: as porcentagens de argila das várias classes de tamanho de agregados da parcela testemunha (T-000) foram sempre mais elevadas do que as das outras parcelas.

Os teores de carbono total, nas mesmas classes de tamanho de agregados das diferentes parcelas, variaram muito pouco, tal como foi registrado para a classe 4-2 mm. Tomada a parcela testemunha (T-000) como referência, no entanto, pode-se observar que as parcelas que receberam estêrco, bem como a do bosque artificial (BA), apresentaram quase sempre níveis ligeiramente mais baixos. A relação C/N indica resultados sempre mais baixos para as parcelas T-200 e BA, vindo a seguir, geralmente, aquelas que receberam estêrco. A observação feita atrás, sobre a influência que os tratamentos teriam sobre a qualidade da matéria orgânica contida nos agregados, poderia ser repetida aqui.

Os diversos tratamentos das parcelas provocaram variações muito nítidas nos valores S dos agregados, tal como se vê na figura 1. Aparecem, aí, três grupos de amostras: o primeiro, constituído das parcelas T-000, T-202 e T-002, nessa ordem crescente de valores; o segundo, com as parcelas T-022, de valor S mais baixo, e T-222, T-020 e T-220, mais agrupadas. A parcela bosque artificial (BA) apresenta níveis muito semelhantes aos da T-220). Finalmente, destacando-se nitidamente das demais pelos altos valores apresentados, aparece a parcela T-200.

Essa representação gráfica permite visualizar melhor os resultados do quadro 1, ressaltando a importância dos diversos tratamentos.

A aplicação de estêrco foi a mais eficiente para aumentar os níveis de bases trocáveis; vêm a seguir, em ordem decrescente de importância, o calcário e a adubação mineral. Êstes, aliás, quando aplicados junto ao estêrco exerceram uma ação nitidamente depressiva sobre S, como se pode ver no gráfico, pela comparação da curva T-200 com as outras. A ação depressiva da adubação

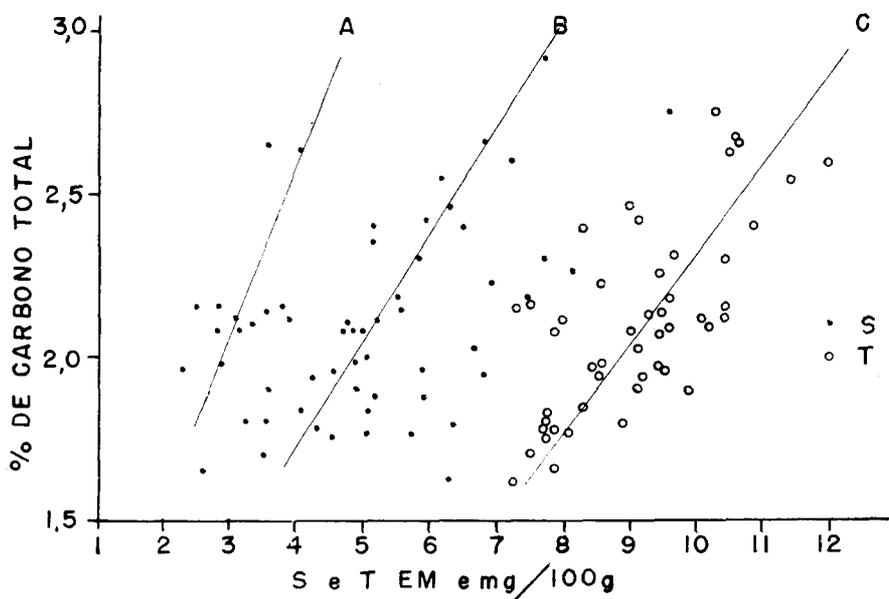
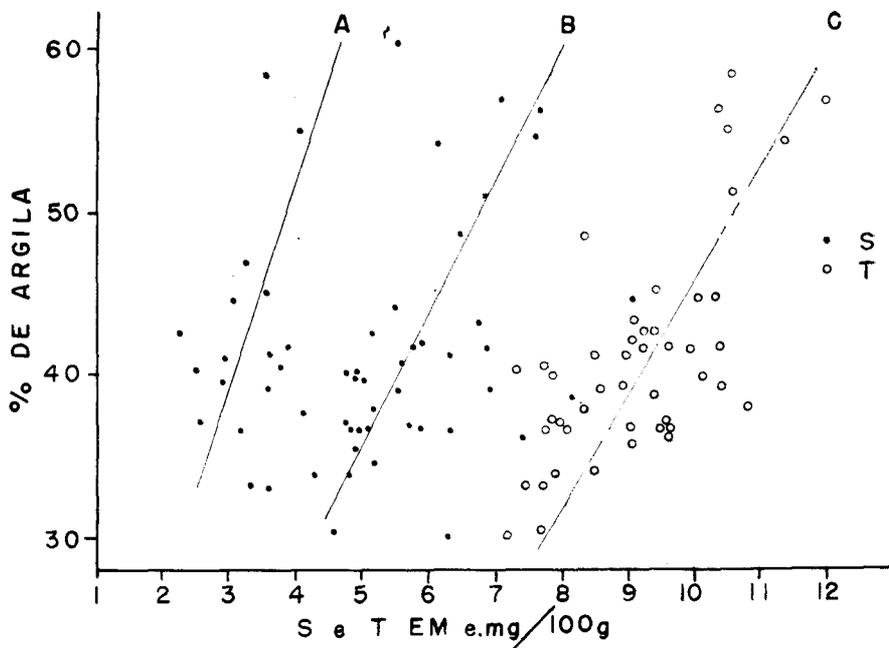


FIGURA 2. — Relação entre a soma de bases trocáveis e capacidade de troca de cations e os teores de argila e carbono total das diferentes classes de tamanho de agregados dos solos das parcelas que receberam diferentes tipos de adubação. As retas materializam essas relações: *A* — soma de bases trocáveis das parcelas sem adubação ou com adubação mineral; *B* — soma de bases trocáveis das parcelas que receberam estêrco ou calcário e da parcela bosque artificial; *C* — capacidade de troca de cations.

mineral foi tão intensa, nesse caso, que chegou, inclusive, a contrabalançar o efeito positivo do estêrco: os resultados da parcela T-202 foram apenas ligeiramente superiores a T-000. As calagens seriam mais eficientes do que a adubação mineral para elevar a soma de bases trocáveis dos agregados.

A variação dos valores da capacidade de troca de cátions dos agregados, registrados no mesmo gráfico da figura 1, é bem pequena e muito menor do que a da soma de bases trocáveis. A interpretação dos resultados foi dificultada pela falta de material, que não permitiu a determinação de T em todos os agregados. Não se observa, no entanto, influência sistemática dos diversos tratamentos na capacidade de troca de cátions, a não ser, talvez, um ligeiro aumento nas parcelas esterçadas.

Na figura 2 estão representadas as relações entre os valores S e T e os teores de argila ou carbono total.

É possível verificar que a capacidade de troca de cátions (reta C) mostrou tendência a aumentar em função do aumento dos teores de argila: essa tendência foi materializada por uma reta que representaria a relação linear existente entre os dois valores, mas cuja equação não foi calculada. Esse gráfico mostra que a variação do valor T pode ser encarada como uma função somente do tamanho dos agregados. Mais atrás ficou registrada uma observação a respeito da variação dos teores de argila nos agregados de mesmo tamanho das diferentes parcelas, tendo-se dito que ela não obedecia a nenhuma lei sistemática. Essa observação foi confirmada por esse gráfico, que mostra ser aleatória a dispersão dos pontos dos dois lados da reta C.

Essas mesmas considerações são válidas na análise do gráfico que representa a relação entre a matéria orgânica e os valores T, que aumentaria em função dos aumentos de carbono total segundo uma relação linear. Da mesma forma que para a argila, a dispersão dos pontos ao redor dessa reta é aleatória, mostrando ser a variação de T, em última análise, função do tamanho de agregados. Pode-se acrescentar, ainda, que o pequeno aumento do valor T, devido às aplicações de estêrco, registrado mais atrás, seria de importância secundária no fenômeno; além disso, os diversos tratamentos poderiam ter ocasionado uma modificação na qualidade do húmus dos agregados, que poderia ser responsável por aquele fato.

Quanto à soma de bases trocáveis, os aspectos revelados pelos gráficos da figura 2 permitem destacar as ações dos diversos tratamentos.

É possível observar que duas retas materializam as tendências às relações lineares entre os valores S e os teores de argila ou carbono total. A reta A, nos dois casos, registra as relações que existiriam entre S e argila ou carbono dos agregados das parcelas testemunhas ou que só receberam adubação mineral. A reta B corresponde aos agregados das parcelas onde foi aplicado estêr-

co ou calcário e à do bosque artificial, mostrando que os níveis de S sofreram a influência desses tratamentos, pois a reta B passa bem mais à direita da A. Assim, ao contrário do que ocorre com o valor T, a soma de bases trocáveis dos diferentes tamanhos de agregados, nas várias parcelas, reflete, com bastante nitidez, o tratamento por estas recebido.

O fato das parcelas que receberam adubação mineral apresentarem valor S mais baixo do que as outras, à exceção da testemunha, poderia ser explicado pelo tipo de fertilizante empregado, sulfatos e cloretos, cuja ação acidificante poderia concorrer para o aumento da lixiviação das bases. Esse poder acidificante ficou registrado pelos valores de pH do quadro 2, sempre mais baixos nas parcelas que receberam adubação mineral.

A influência dos três tratamentos sobre o pH fica evidenciada pela posição das amostras na seguinte escala, de acordo com a ordem decrescente de acidez: $T-202 = T-000 < T-022 < < T-002 < T-222 = BA < T-020 < T-200 = T-220$.

Esses dados, referentes ao pH, revelam ainda um aspecto interessante: não há praticamente variação de valores em função do tamanho dos agregados, indicando que a relação entre S e T se mantém bastante constante nos diferentes tamanhos de agregados de uma mesma parcela. Esta observação vem confirmar aquela feita mais atrás, a respeito da ação dos diversos tratamentos sobre a soma de bases e capacidade de troca: enquanto esta se mantém constante, aquela varia em função do tipo de adubação, aumentando ou diminuindo, mas em valores relativamente iguais para cada tamanho de agregados.

4 — CONCLUSÕES

Resumindo as considerações feitas acima, pode-se concluir que os diversos tratamentos não alteraram sistematicamente os teores de argila dos agregados, ao contrário das classes de tamanho: em todas as parcelas os agregados maiores tiveram maior porcentagem de argila que os médios, e estes, menos que os pequenos; porém, as mesmas classes de tamanho das diferentes parcelas não apresentaram variação significativa desses teores.

A matéria orgânica, como já foi observado em trabalho anterior (9), exerceu grande influência sobre o estado de agregação, aumentando a quantidade de agregados grosseiros. Outra ação notável da matéria orgânica registrada refere-se à estabilidade dos agregados nãgua; foi nitidamente mais elevada naqueles provenientes das amostras de parcelas que receberam estêrco. Finalmente, a aplicação de estêrco provocou aumento da soma de bases trocáveis dos diferentes tamanhos de agregados.

As aplicações de estêrco, no entanto, não provocaram, praticamente, aumentos nos teores de carbono nos agregados, pois a única variação encontrada, da mesma forma que para a argila, é

função exclusivamente do tamanho dos agregados. Concluiu-se, então, que a aplicação de estêrco teria provocado uma modificação na qualidade da matéria orgânica contida nos agregados, e esse fenômeno seria o principal responsável pelos aumentos da estabilidade nágua e soma de bases trocáveis.

Os tratamentos químicos, seja sob a forma de fertilizantes, seja como corretivos, mostraram ação contrária à do estêrco, sob vários aspectos. Nas parcelas onde êste era acompanhado de calcário ou adubo mineral, a estabilidade nágua dos agregados diminuiu, da mesma forma que o estado de agregação. Essa diminuição foi muito sensível nas parcelas onde aquêles produtos foram aplicados com o estêrco. Os tratamentos químicos influenciaram a soma de bases trocáveis de maneira análoga à observada para a estabilidade dos agregados: os valores S das parcelas com calcário ou adubo mineral foram mais baixos que os das parcelas esterçadas. Foi possível observar efeito nitidamente depressivo dêsses tratamentos sôbre a soma de bases trocáveis, na presença de matéria orgânica, chegando mesmo a contrabalançar o efeito desta. Finalmente, a aplicação de adubo mineral provocou acidificação dos agregados.

O conjunto dos resultados das análises serviu, principalmente, para confirmar resultados anteriores (10) e mostrar que os agregados do latossolo roxo, série Chapadão, apresentam características físico-químicas bem específicas. Em tôdas as parcelas as porcentagens dos elementos analisados diminuíram progressivamente dos agregados maiores para os médios, aumentando, a seguir, até atingir valores máximos nos agregados menores. Os diversos tratamentos recebidos pelas parcelas serviram para realçar êsse aspecto.

Podese concluir, também, que os teores de argila e carbono dos diversos tamanhos de agregados dêsse solo foram específicos, não variando com as aplicações de estêrco, calcário ou adubo mineral. Da mesma forma, a capacidade de troca de cátions, que é função dos teores de argila e C total, não registrou variação sistemática em função daqueles tratamentos, constituindo-se, também, em valor específico do tamanho dos agregados dêsse tipo de solo.

Êsses resultados, quando comparados com os do solo podzólico vermelho amarelo-orto (7), confirmam a observação de Koloskova e Akberdina (3), de que essas características dependem dos tipos de solo estudado.

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON THE CHARACTERISTICS OF THE AGGREGATES OF THE "CHAPADÃO" SERIES

SUMMARY

Soil samples were taken out from plots of an experiment with manure, lime and mineral fertilizers applied to corn plants.

The aggregates were separated into the following size classes: 7.0 to 4.0 mm, 4.0 to 2.0 mm, 2.0 to 1.0 mm, 1.0 to 0.5 mm, 0.5 to 0.105 mm, and less than 0.105 mm.

Mechanical analyses were made, as well as determinations of pH and of C and total N and Ca^{++} , Mg^{++} and K^+ exchangeable and capacity of cation exchange.

All of the samples showed similar behaviors; the percentage of clay decreased in a progressive form from larger sizes of aggregates to the size class 1.0 to 0.5 mm, increasing afterwards until reaching the maximum value in the size class "less than 0.105 mm".

Finally, the authors studied the influence of different types of fertilizers upon the characteristics of aggregates.

LITERATURA CITADA

1. BROWNING, G. M. & MILAN, F. M. Effect of different types of organic materials and lime on soil aggregation. *Soil Sci.* 57:91-106. 1944.
2. GROHMANN, F. & ARRUDA, H. V. Influência do preparo do solo sobre a estrutura da terra-roxa-legítima. *Bragantia* 20:[1203]-1209. 1961.
3. KOLOSKOWA, A. V. & AKBERDINA, R. KH. Qualitative composition of aggregates of certain Volga-Kama forest steppe soils. *Soviet Soil Sci.* 10:1218-1222. 1959.
4. SHCHUKINA, G. N. Physico-chemical properties of water stables aggregates of various diameters. *Doklady Soil Sci.* 1-5. 1963.
5. KOTH, E. M. & PAGE, J. B. Aggregate formation in soils with special reference to cementing substances. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 11:27-34. 1946.
6. MCCALLA, T. M. Influence of microorganisms and some organic substances on Soil structure. *Soil Sci.* 59:287-297. 1945.
7. OLIVEIRA, J. B., GROHMANN, F. & QUEIROZ, J. P. (neto). Características dos agregados de um podzólico vermelho amarelo-orto da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul. (No prelo)
8. PAIVA, J. E. (neto), NASCIMENTO, A. C., KÜPPER, A. (e outros). Solos da Bacia Paraná-Uruguay. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguay, 1961. 168p.
9. QUEIROZ, J. P. (neto) & GROHMANN, F. Estado de agregação da terra-roxa (série Chapadão) num ensaio de adubação de milho. *Bragantia* 22:[635]-646. 1963.
10. ———, ——— & OLIVEIRA, J. B. Características analíticas dos agregados dos solos terra-roxa (série Chapadão) e podzólico vermelho amarelo-orto. (No prelo)
11. ———, OLIVEIRA, J. B. & GROHMANN, F. Características da estrutura de um podzólico vermelho amarelo-orto da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul. (No prelo)