

# O EFEITO DA ADUBAÇÃO SOBRE A AGREGAÇÃO DO SOLO

WESLEY JORGE FREIRE

Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas — Botucatu - SP.

## INTRODUÇÃO

A bibliografia sobre a estruturação do solo, que muitas vezes é desencontrada e até mesmo contraditória, mostra que há uma série enorme de fatores afetando a agregação e, conseqüentemente, todas as demais propriedades físicas por ela modificadas; de entre esses fatores destacam-se os efeitos transformadores de íons adsorvidos.

A fertilidade do solo é também afetada, embora indiretamente, pela estrutura, pois muitas reações químicas e bioquímicas se processam na camada superficial, geralmente mais rica de agregados.

A adubação das principais culturas tem sido pesquisada não só quanto ao seu efeito sobre a agregação, mas também como um fator que governa o retorno do material orgânico do solo; neste particular, alguns pesquisadores têm mesmo afirmado que a influência dos elementos fertilizantes e do calcário seria indireta, condicionando a qualidade da matéria orgânica formada.

A agregação do solo tem sido intimamente relacionada com a natureza de íons trocáveis, de maneira que o estudo da influência de tais íons sobre a agregação passa a ser assunto de relevante interesse.

Em vista disso, o presente experimento foi instalado em condições de campo com a finalidade de se conhecer, efetivamente, o efeito de práticas de manejo, e mais especificamente, o efeito da adubação, sobre a agregação da terra-roxa-estruturada.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Alguns pesquisadores verificaram que aplicações pesadas de nitrogênio diminuem a estabilidade em água dos macroagregados,

tendo MEREDITH (1965) afirmado que, de uma maneira geral, os adubos nitrogenados tendem a diminuir a agregação do solo.

A estabilidade em água dos agregados de 1 a 2mm, de seis solos de diferentes classes texturais, não é afetada pelos sais de amônio, de acordo com observações de CECCONI & al. (1963), apesar de SOKOLOVSKY (1933) ter admitido a possibilidade do amônio, formado durante a decomposição da matéria orgânica, vir a dispersar os colóides e deteriorar a agregação do solo.

GIFFORD & STRICKLING (1958) observaram que a aplicação de amônia anidra no solo, cultivado com milho, aumenta a agregação estável no primeiro ano, falhando nos seguintes.

O fósforo tem um efeito pronunciado sobre as propriedades físicas do solo. De início, pensou-se que tal efeito pudesse ser atribuído ao estímulo da atividade dos microrganismos do solo pela aplicação do fósforo; mas, posteriormente, ficou estabelecido que ocorre uma interação físico-química entre o cristal de argila e o fósforo, que determina alterações nas propriedades físicoquímicas do colóide. Através de ensaios de laboratório, LUTZ & al. (1962) comprovaram que o efeito significativo, causado pelas aplicações pesadas de adubos fosfatados, sobre a agregação dos solos podzólicos vermelhos de textura argilosa, são fenômenos mais físicoquímicos do que biológicos.

Em experimentos conduzidos por CECCONI & al. (1963), verificou-se que a estabilidade em água dos agregados de 1 a 2mm é melhorada pela presença de fosfatos. A adição de superfosfato ao solo produz um aumento significativo na estabilidade em água dos agregados de 0,1 a 1,0mm, conforme observou ELSON (1961).

MEREDITH (1965) afirmou que, de maneira geral, os adubos fosfatados tendem a aumentar a agregação dos solos, no que é confirmado por NIESCHLAG (1953) que, após ter aplicado 100kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare, observou um aumento na porcentagem de macroagregados desde 30 até 90%, em um dos solos estudados.

GERICKE (JURGENS-GSCHWIND, 1960) verificou que a porcentagem de agregados em um solo aumenta, desde 45 até 66%, à medida que a quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> cresce de 0 a 200 kg/ha.

PJNTO (1966) concluiu que a aplicação de fósforo produz um aumento significativo na agregação de partículas menores do que 40 micra, sendo que a formação de agregados estáveis em água é notavelmente estimulada, quando os tratamentos incluem doses superiores a 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare.

O efeito do sódio e do potássio sobre a agregação do solo tem sido estudado por vários pesquisadores, como BOEKEL (1959), que observou efeitos desfavoráveis do sódio e do potássio, bem como do lítio, sobre a agregação de solos argilosos, no que foi confirmado

por AHMED & al. (1969). Estes autores concluíram que, após terem pesquisado os efeitos de cátions adsorvidos sobre as propriedades físicas de diferentes solos tropicais, os íons potássio apresentaram os mesmos efeitos prejudiciais dos íons sódio sobre a estruturação dos solos.

CECCONI & al. (1963) verificaram que a estabilidade em água dos agregados de 1 a 2mm sofre certa diminuição pelos sais neutros de sódio, não sendo afetada pelos sais de potássio.

Por outro lado, MEREDITH (1965) chegou a concluir que os adubos potássicos tendem a aumentar a agregação do solo.

Outros íons, como cálcio, lítio, ferro, alumínio, rubídio, céσιο, hidrogênio, etc, foram estudados por pesquisadores que, por meio de experimentos de campo e de laboratório, avaliaram seus efeitos sobre a agregação do solo.

RAM & ZWERMAN (1960) afirmaram que a adubação pesada, de modo geral, tende a diminuir a estabilidade em água dos macroagregados e aumentar a proporção de microagregados estáveis.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

As amostras de solo foram tomadas da camada arável de um solo pertencente à classe textural barro argiloso, classificado como sendo do Grande Grupo terra-roxa- estruturada, série Luiz de Queiroz.

O experimento, localizado nos campos experimentais da Fazenda Areão, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", teve as parcelas, às quais correspondia o tratamento Preparo do Solo em Alto Nível, preparadas com enxada rotativa, máquina que substitui o arado e grade.

Para o peneiramento das amostras em água, utilizou-se um peneirador, cujo funcionamento e detalhes foi relatado por FREIRE (1967).

### Método

O experimento, conduzido em condições de campo, foi um fatorial  $2^4$  tendo por objetivo comparar a eficiência da adubação e de outros tratamentos sobre a agregação.

Os tratamentos experimentados foram os seguintes: adubação (com e sem), matéria orgânica (com e sem), vegetação (com e sem) e preparo do solo (alto e baixo nível). As parcelas foram dispostas inteiramente ao acaso, contando, cada tratamento, com quatro repetições.

O critério utilizado para a comparação do efeito dos tratamen-

tos foi o índice de agregação determinado pelo peneiramento em água e calculado de acordo com YOUKER & McGUINNESS (1957), os quais sugerem uma equação somatória para o cálculo do diâmetro médio ponderado ("mean weight-diameter").

A adubação das parcelas constou da aplicação de sulfato de amônio (21% de N), superfosfato triplo (45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) na seguinte proporção:

N	.....	15 kg/ha
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.....	70 kg/ha
K <sub>2</sub> O	.....	70 kg/ha

Os adubos foram misturados e aplicados em sulcos abertos lateralmente em relação às sementes e 5 a 10 centímetros abaixo delas, com exceção do fósforo, cuja dose foi fracionada.

Assim é que 70% do adubo fosfatado foi administrado em cobertura, por ocasião do preparo com enxada rotativa, destinando-se a atender às necessidades do solo em fósforo, uma vez que o seu teor, conforme se observa no quadro I, era médio, próximo ao limite do teor considerado baixo. Com isso pretendeu-se elevar o teor de fósforo na forma disponível às plantas, o que foi confirmado pelo aumento no teor de fósforo solúvel que passou a ser de 0,53 e.mg/100g, 40 dias após a sua aplicação.

Quadro I — Características químicas do horizonte Ap da Série Luiz de Queiroz, em duas épocas: antes do início do experimento (A) e ao final do experimento (B)

Época	pH		g/100g terra		e. mg/100 g de terra					
	água (1:1)	KCL (1:1)	Mat. Org.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> livre	K	Ca	Mg	H Troc.	CTC	PO <sub>4</sub>
A	6,35	5,30	2,37	10,06	0,42	7,56	0,79	2,98	11,84	0,13
B	5,70	5,00	2,58	12,63	0,52	7,71	0,83	3,92	12,98	0,24

A dose restante de fósforo foi distribuída nos sulcos, juntamente com os demais adubos, sendo incorporada à medida que era oferecida ao solo.

A Matéria Orgânica foi aplicada manualmente, em cobertura, na forma de esterco de curral e na proporção de 40 toneladas por hectare. A planta escolhida para representar o tratamento "Vegetação" foi a crotalária júncea (*Crotalaria juncea*, L.), semeada ma-

nuamente. O preparo do solo foi considerado, no presente trabalho, em dois níveis: alto nível (limpeza do terreno a enxada, preparo com enxada rotativa e capinas periódicas) e baixo nível (limpeza de terreno a enxada e capinas periódicas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de agregação do solo, obtidos por meio da análise de agregados por via úmida, são apresentados no quadro II.

O efeito da aplicação dos tratamentos sobre o estado de agregação do solo, foi avaliado através da análise estatística dos dados fornecidos pelo experimento, cujos resultados mostraram significância para os efeitos principais de adubação, vegetação e preparo do solo, bem como para as interações de primeira ordem adubação-vegetação, adubação-preparo do solo, matéria orgânica-vegetação, matéria orgânica-preparo do solo e vegetação-preparo do solo, desconsiderando-se, na avaliação dos resultados, as interações de segunda e terceira ordem, cuja interpretação tem pouco ou nenhum valor prático.

As médias dos índices de agregação (I.A.) relativos à aplicação do tratamento Adubação, na presença ou na ausência dos demais fatores estudados, podem ser observadas no quadro III.

A decomposição do número de graus de liberdade da interação adubação-vegetação, mostrou significância para adubação na ausência de vegetação e vegetação na ausência de adubação.

Os efeitos significativos da adubação a um baixo nível de preparo do solo e de preparo do solo na presença de adubação, foram constatados por meio da análise da variância dos índices referentes à decomposição do número de graus de liberdade da interação adubação-preparo do solo.

Constatou-se o efeito altamente significativo da adubação como agente favorável à formação de agregados, concordando em parte com as conclusões de NIESCHLAG (1953), GIFFORD & STRICKLING (1958), ELSON (1961), LUTZ & al. (1962), CECCONI & al. (1963), MEREDITH (1965), PINTO (1966), além de concordar com as observações de GERICKE (JURGENS-GSCHWIND, 1960), os quais verificaram a eficiência que ions nitrogênio, fósforo e potássio, fornecidos através dos adubos, exercem sobre o grau de agregação do solo. Por outro lado, BOEKEL (1959) e AHMED & al. (1969), estudando o efeito do nitrogênio e do potássio, concluíram que são desfavoráveis à estabilização e agregação dos solos, discordando, nesse particular, dos autores anteriormente citados. Levando-se em conta que a dose de nitrogênio aplicada tenha sido insuficiente para desenvolver qualquer efeito sobre a estruturação e sabendo-se

que a quantidade de potássio elevou, ainda mais, o nível desse elemento, cujo teor podia ser considerado como sendo alto e cujo efeito sobre a estruturação normalmente é tido como negativo, parece justo admitir que o efeito positivo da adubação seja devido, no caso, à presença do fósforo, cuja eficiência como agente agregante é amplamente conhecida.

Quadro II — Índices de agregação do solo da Série Luiz de Queiroz

Tratamentos	Repetições				Médias
	A	B	C	D	
A (Adubação)	1,467	1,269	1,552	2,023	1,578
M (Matéria orgânica)	0,519	0,550	0,854	0,643	0,642
V (Vegetação)	1,634	1,454	1,542	1,635	1,566
P (Preparo do solo)	0,504	0,752	0,497	0,300	0,638
A M	1,718	1,968	1,003	1,126	1,454
A V	1,446	1,585	1,445	1,234	1,428
A P	1,095	0,754	0,865	1,148	0,966
M V	1,777	1,335	1,670	1,409	1,548
M P	0,764	0,522	0,483	1,244	0,753
V P	1,369	1,455	1,867	1,396	1,522
A M V	1,315	1,136	1,685	1,969	1,526
A M P	0,617	0,883	1,145	0,787	0,858
A V P	1,082	1,427	1,368	0,941	1,205
M V P	2,192	1,636	1,131	1,552	1,628
A M V P	1,119	1,161	1,613	1,828	1,430
Testemunha	1,039	0,925	1,267	0,711	0,986

É interessante ressaltar que na interação adubação-vegetação, altamente significativa, o efeito da adubação substituiu o da vegetação, uma vez que ambas promoveram um aumento do índice de agregação. O efeito positivo da adubação, significativo apenas em ausência de vegetação, parece demonstrar que o fósforo não utilizado pelas plantas, fornecido ao solo em duas vezes, foi o responsável pelo aumento do índice de agregação mediante alterações nas propriedades físico-químicas dos colóides do solo, concordando com as observações de NIESCHLAG (1953), LUTZ & al. (1962), MEREDITH (1965), PINTO (1966), bem como com as de GERICKE (JURGENS-GSCHWIND, 1960). O teor de fósforo no solo, que antes da instalação do experimento era 0,13 e.mg/100g. passou a ser, quarenta dias após a aplicação da primeira dose, 0,53 e.mg/100g baixando para 0,24 e.mg/100g ao final do experimento. Isso sugere que a



para do solo era baixo, demonstrando, dessa maneira, a importância daquele tratamento como um dos fatores que concorrem para a agregação do solo

### CONCLUSÕES

No que diz respeito à adubação e nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos, analisados e interpretados estatisticamente, permitiram, para o horizonte superficial do solo estudado, as seguintes conclusões: a) a agregação do solo foi positivamente afetada pela adubação; b) os tratamentos que incluíam Adubação, em associação com os outros fatores, se mostraram eficientes para aumentar a agregação, exceto aquele que combinava os efeitos da Adubação com o do preparo do solo em alto nível.

### RESUMO

Com a finalidade de se pesquisar o efeito da adubação, juntamente com o de outros fatores, sobre a agregação de um solo da série Luiz de Queiroz, foi conduzido, em condições de campo, um experimento fatorial  $2^4$  com quatro repetições, cujos fatores experimentados foram: adubação (com e sem), matéria orgânica (com e sem), vegetação (com e sem) e preparo do solo (alto e baixo nível).

Os índices de agregação (YOUKER e McGUINNESS, 1957) dos vários tratamentos foram analisados estatisticamente, e os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: a adubação afetou positivamente a agregação do solo; os tratamentos que incluíam a adubação aumentaram a agregação, exceto aquele que combinava os efeitos da adubação com o preparo do solo em alto nível.

### SUMMARY

A factorial experiment  $2^4$  with four replications was carried out in order to study the effect of fertilization and other factors on the structure of the upper horizon of the Luiz de Queiroz Series from Fazenda Areão in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

The factors studied were: fertilization (with and without), organic matter (with and without), vegetation (with and without) and soil tillage (high level and low level).

The aggregation index (YOUKER & McGUINNESS, 1957) of the various treatments were statistically analysed and the results obtained lead to the following conclusions: a) fertilization increa-



sed soil aggregation individually; b) all treatments which included fertilization increased soil aggregation, except the one combining fertilization and soil tillage at a high level.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- AHMED, S., L. D. SWINDALE & S. A. EL-SWAIFY, 1969 -- Effects of adsorbed cations on physical properties of tropical red earths and tropical black earths: I. Plastic limit, percentage stable aggregates, and hydraulic conductivity. **J. Soil Sci.** 20: 255-268.
- BOEKEL, P., 1959 — The effect of adsorbed and soluble cations on the soil structure of clay soils. **Soils and Fertilizers XXII** (3).
- CECCONI, S., A. SALAZAR & M. MARTELLI, 1963 — Soil structure and chemical fertilizers. I. Effect of various cations and anions on the structural stability of soil. **Soils and Fertilizers XXVI** (3).
- ELSON, J., 1961 — A comparison of the effect of fertilizer and manure, organic matter and carbon-nitrogen ratio on water-stable soil aggregates. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 6: 86-90.
- FREIRE, O., 1967 — Agregação de solos: efeito da matéria orgânica, calagem, adubação e vegetação. "Tese" (E. S. A. "Luiz de Queiroz", U.S.P.) Piracicaba, 103 p. (mimeo.).
- GIFFORD, R. O. & E. STRICKLING, 1958 — The effect of anhydrous ammonia on water stability of soil aggregates. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 22: 209-212.
- JURGENS-GSCHWIND, S. Von., 1960 — Die Wirkung der Phosphatdüngung auf die Bodenstruktur. **Phosphorsaure (Berlin)** 20: 224-240.
- LUTZ, J. F., R. L. GARCIA & H. H. HILTON, 1962 — The effect of phosphate fertilizers on some physical properties of soil. **Soils and Fertilizers XXV** (3).
- MEREDITH, H. L., 1965 — The significance of the rate and quantity of organic matter decomposition on the aggregation of soil. **Diss. Abstr.** 26: 582-583.

- NIESCHLAG, F., 1953 — Der Einfluss der Dungung auf die Bodenstruktur. *Phosphorsaure (Berlin)* 13: 177-189.
- PINTO, R. M., 1966 — Efectos del fosforo sobre algunas propiedades físicas y fisicoquímicas de los suelos de la serie Maracay. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela* IV (1): 5-25.
- RAM, D. N. & P. J. ZWERMAN, 1960 — Influence of management systems and cover crops on soil physical conditions. *Agr. Journal* 52 (8): 473-477.
- SOKOLOVSKY, A. N., 1933 — The problem of soil structure. *Trans. (1st) Com. Int. Soc. Soil Sci., Soviet Section (Moscow)*, A 1: 34-110.
- YOUKER, R. E. & J. L. McGUINNESS, 1957 — A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analysis of soils. *Soil Sci.* 83 (4): 291-294.

