

# INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA, CALAGEM, ADUBAÇÃO E VEGETAÇÃO SÔBRE A AGREGAÇÃO DO SOLO. I - SÉRIE LUIZ DE QUEIROZ

O. FREIRE, O. A. CAMARGO, F. FERRAZ DE TOLEDO  
e G. RANZANI

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

## INTRODUÇÃO

O estado de agregação de um solo está sujeito a modificações devidas a vários fatores. Este fato tem sido comprovado através de um grande número de trabalhos. Entretanto, as conclusões das pesquisas, levadas a efeito para relacionar a quantidade e o tamanho dos elementos estruturais estáveis em água com os fatores que influem sobre sua gênese e estabilidade, nem sempre têm sido concordantes. Por esse motivo, muitos pontos do problema da agregação dos solos, especialmente daqueles das regiões tropicais, ainda permanecem obscuros.

O presente trabalho foi conduzido visando estudar o efeito de vários tratamentos para promover a agregação de solos de importância agrícola do município de Piracicaba. Embora os tratamentos aplicados sejam aproximações experimentais de práticas de manejo de solos, não se tem a pretensão de esclarecer definitivamente o assunto; espera-se, no entanto, que os resultados obtidos venham a constituir uma contribuição positiva para o conhecimento da influência de alguns fatores sobre a agregação de solos tropicais.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As pesquisas levadas a efeito para esclarecer as causas da agregação demonstram que a presença de material coloidal é condição essencial para a formação e para a estabilização dos agregados. A maior ou menor influência dos colóides depende

da sua natureza, da proporção em que ocorrem, do estado em que se encontram e dos cátions adsorvidos.

Outros fatores, como os cultivos e o crescimento das plantas, também exercem influência sobre a quantidade e resistência dos agregados do solo.

Procurou-se fazer referência apenas aos trabalhos relacionados a tratamentos cujos efeitos fossem passíveis de estudo em casa-de-vegetação.

### EFEITO DA MATÉRIA ORGÂNICA

SOKOLOVSKY (BAVER, 1948) reconheceu que o húmus poderia ter um efeito aglutinante sobre as partículas do solo, apesar de admitir a possibilidade do amônio, formado durante os processos de decomposição da matéria orgânica, vir a dispersar os agregados. Referindo-se à complexidade do problema da aplicação da matéria orgânica ao solo, este autor concluiu que o efeito deste constituinte depende da estação do ano e também do tipo do solo.

MYERS (1937) estudou as reações entre colóides orgânicos e inorgânicos do solo em relação à formação de agregados. Os resultados obtidos indicaram que os colóides orgânicos saturados com cálcio ou com hidrogênio são mais eficientes para a cimentação das partículas em agregados resistentes em água do que os sistemas inorgânicos correspondentes. Aparentemente, a formação de agregados não se dá sem que haja desidratação. O efeito favorável da matéria orgânica sobre a agregação, provavelmente, esteja associado ao baixo grau de dispersão que este componente apresenta quando está desidratado. O autor afirma que os colóides orgânicos saturados com cálcio são mais reversíveis que os saturados com hidrogênio.

MUSGRAVE & NORTON (1937), de experimentos realizados em solo da Missouri Agricultural Experiment Station, pertencente à classe textural barro limoso, concluíram que adições anuais de 8 a 16% de estêrco aumentaram a infiltração, assim como provocaram um aumento significativo, embora não muito grande, na granulação e na fertilidade dos solos.

BERTRAMSON & RHOADES (1938) obtiveram resultados opostos aos dos autores anteriormente citados. Não observaram nenhum efeito da matéria orgânica sobre o estado de agregação e sobre a porosidade de um solo da classe textural barro argilo-limoso que recebera aplicações de estêrco durante um período de 15 anos.

THORNE (BAVER, 1948) chegou à conclusão de que os efeitos vantajosos da matéria orgânica sobre a agregação do so-

lo resultam essencialmente da influência que os elementos químicos nela contidos, exercem sobre o desenvolvimento das plantas. Esta afirmação tem, no entanto, sido muito combatida com base na melhoria das condições físicas que se observa nos solos tratados com matéria orgânica.

HUBBELL, & STATEN (1951) realizaram experimentos para esclarecer o efeito de vários fatores que influem sobre a agregação. Concluíram que a matéria orgânica, na forma de estêrco, não aumentou a quantidade de agregados estáveis em água. Entretanto, a atividade microbiana, que depende desse suprimento orgânico, é essencial para a agregação das partículas do solo em elementos secundários resistentes.

A influência da matéria orgânica sobre a estrutura do solo foi estudada, também por KLINTWORTH (1956), em um experimento de campo. A quantidade de agregados estáveis em água, durante várias estações climáticas, apresentou correlação com o conteúdo de carbono em solos cultivados com gramíneas perenes; entretanto, não foi verificado o mesmo sob culturas anuais. Isto confirma a teoria de que a estruturação estável depende mais dos produtos da decomposição microbiana da matéria orgânica do que do conteúdo total deste constituinte no solo.

CHESTERS et al. (1957) realizaram pesquisas para correlacionar a agregação com os constituintes do solo. Diversos fatores que influem sobre a agregação foram estudados em quatro tipos de solos. Isoladamente, o fator que se apresentou como o mais importante foi a secreção microbiana.

O efeito da decomposição da matéria orgânica sobre a agregação do solo foi também estudado por CHESTERS (1957). Concluiu ele que uma decomposição rápida dos adubos orgânicos concorreu para aumentar a agregação de um solo da classe textural barro limoso, ao passo que uma decomposição mais lenta não teve efeito positivo. Deste mesmo experimento o autor citado tirou, ainda, a conclusão de que a adição de extrato de um solo "Prairie" sob vegetação natural, assim como de óxido ou sulfato de ferro, pode favorecer a agregação.

EMERSON & DETTMANN (1959), em ensaios feitos com agregados de solos cultivados e de solos cobertos com gramíneas para estudarem o efeito da matéria orgânica sobre a estruturação, obtiveram dados que lhes permitiram, dentre outras, a seguinte conclusão: os agregados provenientes das terras cultivadas apresentaram-se tão fracos que apenas a imersão em água foi suficiente para adesfazê-los.

HANES (1961) desenvolveu estudos sobre fatores que influenciam a estruturação de alguns solos do Estado de Michi-

gan. O autor concluiu que a matéria orgânica foi o fator mais importante para a estabilidade dos agregados daqueles solos em água.

KULLMANN (1961), comparando o efeito da matéria orgânica em parcelas adubadas e não adubadas, concluiu que a proporção de agregados estáveis foi significativamente aumentada pela adição daquele constituinte.

MAZURAK & RAMIG (1962), estudando a agregação em solos cultivados em rotação, obtiveram indicação de que a estabilidade em água dos agregados se correlacionava com a ação cimentante da matéria orgânica.

RANZANI et al. (1962) estudaram as modificações que ocorrem num Latosol Vermelho Escuro plantado com cafeeiros depois de ter sido durante três anos tratado com e sem cobertura morta. Os resultados indicaram que a vestimenta morta elevou o índice de agregação de Van Bavel de 35 por cento, enquanto o conteúdo de matéria orgânica passava de 1,3 para 2,0 por cento.

O efeito do húmus sobre a formação da estrutura em solos de florestas foi estudado por ZAITZEV (1963). Em vinte e cinco anos de horizontes húmicos, o conteúdo de agregados estáveis apresentou correlação com o teor de húmus. Em horizontes eluviais de "solos cinzentos de florestas", o conteúdo de agregados estáveis se correlacionou com o teor de húmus, assim como, com o teor de cálcio "trocável" cujo efeito parece ter sido indireto, isto é, condicionando maior acúmulo do constituinte orgânico.

Embora a matéria orgânica tenha sido desde há muito tempo considerada por técnicos e agricultores como a solução para o problema da estruturação dos solos, pode-se observar discordância nas conclusões obtidas pelos pesquisadores citados, assim como notar uma certa indecisão quanto ao fato de ser direto ou indireto o seu efeito.

#### EFEITO DOS IÔNIOS ADSORVIDOS

BAVER (1948), considerando o efeito das calagens sobre a estruturação do solo, afirma que os resultados de experimentos de campo e de laboratório não têm confirmado um efeito direto do cálcio sobre a agregação. Entretanto, reconhece que a adição de calcário ao solo promove maior desenvolvimento da vegetação e conseqüentemente maior produção de matéria orgânica, o que poderia resultar numa granulação favorável às culturas.

Pesquisas sobre o efeito dos catiônios na estruturação do

soo foram realizadas por HUBBELL & STATEN (1951). Estes autores observaram que o tratamento das amostras com agentes salinos não alterou a capacidade de agregação do solo ao passo que os agentes "álcali-salinos" diminuíram esta capacidade. Por outro lado, observaram que o efeito da calagem foi positivo sobre a agregação, embora só se manifestasse um ano após a sua aplicação.

REEVE et al. (1954) procederam a um estudo comparativo do efeito do sódio e do potássio "trocáveis" sobre as propriedades físicas dos solos. Concluíram que a porcentagem de potássio "trocável" teve influência, enquanto que a porcentagem de sódio "trocável" alterou significativamente as condições físicas dos solos estudados.

KHAN (1957), estudando a influência dos cátions "trocáveis" sobre a formação de agregados estáveis em solos chernozêmicas, concluiu que o conteúdo de cálcio "trocável" é sempre mais alto nos agregados estáveis do que nos demais.

A influência do calcário sobre a estabilidade dos agregados do solo foi estudada, também por MAEDA (1955), que moldou amostras de solos arenosos pré-tratados com fertilizantes e calcário. Estas apresentaram resistência muito maior do que as que receberam apenas fertilizantes.

GHANI (1955) estudou o efeito das calagens sobre a agregação de solos lateríticos, através de um experimento em que foram aplicados  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$  e  $\text{MgO}$  em diferentes doses. Os resultados obtidos depois de 4, 8, 12 e 16 semanas levaram-no a seguintes conclusões: o valor do  $\text{CaCO}_3$  como agregante do solo, é duvidoso; o  $\text{MgO}$  é mais um dispersante do que um agregante; o  $\text{CaSO}_4$  apresentou-se sempre como o melhor agregante. Não foi observado efeito das doses experimentadas.

FILIPPOVICH (1956), estudando a formação da estrutura do solo concluiu que a adsorção de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  coloidal e húmus em torno das partículas é essencial para uma estruturação estável. O autor afirmou que a boa estruturação dos solos ricos em  $\text{CaCO}_3$  é devida ao fato de serem também ricos em ferro. O cálcio teria um efeito favorável sobre a estruturação porque poderia converter os sais solúveis de ferro em colóides hidratados insolúveis.

O efeito de vários cátions sobre as condições físicas do solo foi estudado por BROOKS et al. (1956). Concluíram que os efeitos do potássio e do cálcio "trocáveis" sobre a estabilidade da estrutura do solo são semelhantes. Combinações de várias quantidades de sódio e de potássio "trocáveis" mostraram que o potássio "trocável", sozinho ou em presença de sódio

"tracável", aumenta levemente a permeabilidade do solo ar, mas reduz o módulo de ruptura dos moldes de terra.

LEVIN (1958) realizou experimentos para avaliar a estabilidade dos agregados em água quando se aplicavam calagens e fertilizantes orgânicos ao solo. Este pesquisador concluiu que as calagens acompanhadas de matéria orgânica logo após a sua aplicação, diminuíam a quantidade de sesquióxidos livres e também a estabilidade dos agregados. Entretanto, com o passar do tempo, a medida que se formavam os humatos de cálcio, a estabilidade dos agregados tendia a aumentar.

GIFFORD & STRICKLING (1958) estudaram o efeito da aplicação de amônia anidra sobre a estabilidade dos agregados. Observaram que a aplicação desse fertilizante em solo cultivado com milho, aumentou a agregação estável no primeiro ano, mas falhou no ano seguinte. Esta mesma ocorrência foi observada em ensaios de laboratório. Como explicação para o fenômeno, os autores lembraram que o efeito da amônia anidra é semelhante ao de alguma fração específica da matéria orgânica produzida de um ano para outro, em quantidades variáveis, como produto intermediário da decomposição microbiana dos resíduos vegetais.

O efeito de cátions adsorvidos sobre a estrutura de solos argilosos foi pesquisado por BOEKEL (1959). Os resultados obtidos conduziram-no à conclusão de que o ferro e o alumínio têm um efeito favorável sobre a agregação, enquanto que o magnésio, o cálcio, o estrôncio e o hidrogênio tiveram um efeito menos evidente. O sódio, o lítio e o potássio apresentaram efeitos desfavoráveis.

Estudando o problema da formação de agregados do solo sob condições artificiais, VERSHININ (1962) concluiu que no solo saturado com sódio formavam-se mais agregados com a aplicação de "krium". Por outro lado, quando era aplicado extrato de turfa, o aumento maior da agregação era obtido nos solos saturados com hidrogênio.

LUTZ et al. (1962), pesquisando o efeito dos adubos fosfatados sobre algumas propriedades físicas dos solos, concluíram que aplicações pesadas desses fertilizantes em solos podzolizados vermelhos de textura arenosa causou diferença significativa na agregação, assim como na densidade aparente e no conteúdo de umidade. Ensaios de laboratório confirmaram essas conclusões e indicaram que as causas das modificações eram fenômenos mais físico-químicos do que biológicos.

Amostras de diferentes solos foram tratadas por STILLAM-PAA (1960), com várias soluções e analisadas pelo método de peneiramento em água. O autor observou que o aumento de a-

gregados estáveis em água devido ao tratamento com as soluções salinas seguiu a seguinte ordem: solução de cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, cloreto de potássio e cloreto de sódio. Entretanto, o efeito estabilizante mais pronunciado foi determinado pelo cloreto de alumínio, cloreto de ferro e ácido clorídrico.

MÉRIAUX (1961) estudou o efeito das calagens sobre as propriedades do solo, tendo concluído que a adição do óxido de cálcio na proporção de cinco toneladas por hectare aumenta progressivamente o coeficiente de permeabilidade e aumenta também a proporção de agregados estáveis em água. A aplicação de carbonato de cálcio moído foi sempre mais eficiente do que a de óxido de cálcio. Ambos os corretivos elevaram o pH do solo de uma unidade em seis meses, sendo que as diferenças só apareceram depois de um ano e meio.

MAZURAK e RAMIG (1962), num experimento que incluía um segundo ciclo de dez anos de rotação de culturas para verificar as modificações estruturais ocorridas no solo, concluiu que as adubações nitrogenadas não afetaram aquela propriedade física.

CECCONI et al. (1963) estudaram a estabilidade em água dos agregados de 1-2 mm, de seis solos de diferentes classes texturais pelo peneiramento em água de amostras tratadas com soluções normais de vários sais. A estabilidade dos agregados sofreu certa diminuição pelos sais neutros de sódio, não foi afetada pelos sais de potássio e de amônio e foi afetada pelos de cálcio e de magnésio da mesma forma que pelos de sódio; isto é, de forma intermediária entre os tratados com sais de sódio e de potássio ou amônio. Os radicais cloreto, nitrato e sulfato tiveram pequeno ou nenhum efeito, sendo que a estabilidade foi, em geral, melhorada pelos fosfatos.

Com a finalidade de verificar a influência da adubação em cultura de milho sobre o estado de agregação da terra-roxa, QUEIROZ & GROHMANN (1963) analisaram amostras de solos onde foi instalado um ensaio de adubação que compreendia tratamentos com estérco, calcário e adubo mineral. Os resultados obtidos mostraram que a adição de calcário e adubo mineral não contribuiu para o aumento da agregação.

Teoricamente, a adição de grandes quantidades de adubo contendo cátions dispersantes poderia concorrer para a destruição da agregação do solo. Entretanto, atentando-se para a possibilidade de um efeito indireto favorável, através da produção de maior quantidade de matéria orgânica e do melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, poder-se-ia esperar uma melhoria da estruturação. Do exame da biblio-

grafia, observa-se no entanto que ainda se conhece relativamente pouco sobre o efeito de adubos na estruturação dos solos.

#### EFEITO DA VEGETAÇÃO

Os fatores que afetam a agregação de solos plantados com algodoeiro foram estudados por HUBBELL & STATEN (1951); estes pesquisadores concluíram que o efeito das raízes sobre a estruturação se verifica posteriormente à formação dos agregados, cuja causa principal é a atividade microbiana.

LOW (1955) desenvolveu pesquisas para avaliar o tempo necessário para a restauração do estado de agregação de alguns solos, tendo observado que a frequência de agregados estáveis em água era maior em amostras depois das culturas terem completado seu ciclo ou depois de períodos de vigoroso desenvolvimento vegetal. As raízes, segundo os experimentos deste autor, são o fator de maior importância para a restauração física dos solos e qualquer fenômeno que venha a limitar o seu desenvolvimento redundará em atraso no processo de agregação.

A restauração de solos estruturalmente degenerados foi estudada por TELFAIR et al. (1957) por meio de amostras compactadas tratadas com matéria orgânica, calcário e fertilizantes, as quais foram enterradas durante dois anos sob florestas, gramíneas ou culturas. As modificações na estrutura foram mais rápidas nas amostras sob gramíneas e solos cultivados do que sob florestas. A quantidade de agregados estáveis aumentou rapidamente no início, naquelas amostras que receberam matéria orgânica e foram colocadas sob gramíneas ou culturas, mas depois diminuiu.

WILSON (1957), comparando o efeito de vários tipos de vegetação sobre a agregação de solos oriundos de restos de mineração, concluiu que as gramíneas e as leguminosas são mais eficientes do que as demais plantas para aumentar a agregação.

A restauração da estrutura do solo com diferentes gramíneas foi estudada por WISNIEWSKI et al. (1958). Ficou evidenciada uma correlação significativa entre o teor de matéria orgânica no solo e agregação. A decomposição de "red top" produziu tipo de matéria orgânica mais eficiente para promover a agregação do que as outras plantas experimentadas.

BARBER (1959) pesquisou a influência de leguminosas e gramíneas sobre agregação e a sua correlação com a produção. Dos resultados obtidos, o autor concluiu que a porcentagem de agregados estáveis em água depende da espécie que vegeta naquele solo. Quando foi empregada uma consorciação de duas espécies de efeitos opostos, o resultado foi representado por um valor intermediário aos obtidos com cada uma das espécies.



Com a finalidade de estudar a estabilidade da estruturação de diferentes solos em água e sua relação com os processos agrotécnicos, SELLIVANOV (1960) comparou o grau de estruturação de representantes de vários grandes grupos de solos. Os resultados obtidos levaram-no à seguinte conclusão: a vegetação herbácea condicionou agregação mais estável do que a observada em solos cultivados com tubérculos e cereais.

O estudo do efeito do uso da terra sobre o estado de agregação foi feito por TALLARICO et al. (1960) em alguns solos sulamericanos. Os autores colheram dados de um Regosol e de um "Brown soil". A distribuição dos agregados por tamanho não apresentou correlação consistente com o conteúdo de matéria orgânica nos solos cultivados, entretanto, em áreas não cultivadas, observaram estreita correlação entre aquelas características.

RACIMOV (1960), num trabalho experimental delineado para estudar as modificações que ocorrem na estruturação de um "light brown heavy loam soil" obteve evidência de que as gramíneas perenes aumentam a agregação estável, particularmente durante o primeiro ano. O cultivo repetido do algodoeiro, sem que fosse adicionado nenhum adubo orgânico, causou a deterioração da agregação do solo.

PLOTNIKOV (1962) concluiu de experimentos realizados que a porcentagem de agregados menores do que 0,01mm era maior sob vegetação herbácea perene do que culturas anuais. A agregação causada por ferro-humatos, na fração menor do que 0,01mm, era também maior sob vegetação herbácea. As variações estacionais da produção dos agregados daquele tamanho eram pequenas, mas a composição dos elementos secundários variava amplamente, não só com a estação climática, mas também com a natureza da cobertura vegetal.

MAZURAK & RAMIG (1962) analisaram a influência de rotações de culturas sobre a agregação do solo. Os resultados experimentais os levaram a concluir que a agregação estável diminuía até o sexto ano e depois aumentava. A diminuição foi atribuída ao efeito destrutivo do crescimento das raízes e o aumento subsequente, à união das partículas devida à pressão causada por aqueles órgãos vegetais. A estabilidade dos agregados aumentou, também, com a idade das gramíneas.

VIKLERT (1962) comparou as características estruturais de solos argilosos utilizados com pastagens durante períodos de tempo crescentes. O autor observou diferenças marcantes quanto à estabilidade dos agregados, a qual aumentou proporcionalmente ao tempo durante o qual as pastagens se desenvolveram naqueles solos.

WILLIAMS (1963) estudou o efeito de sistemas de manejo sobre a estabilidade dos agregados do solo. O grau de estabilidade dos agregados mostrou um aumento crescente causado pro um, dois e três anos de culturas com gramíneas, assim como uma leve degradação depois da aração do solo, que fôra mantido sob gramíneas durante um largo espaço de tempo.

O efeito favorável da vegetação, que se processa direta ou indiretamente, sobre a estruturação do solo parece estar fora de dúvida, uma vez que os autores são concordes sob este aspecto do problema. Entretanto, não parece bem claro o efeito das várias espécies vegetais independentemente da quantidade de matéria orgânica que deixam no solo após completarem seu ciclo vegetativo.

## MATERIAL

### SOLO

A amostra que serviu de objeto a este trabalho provém de uma unidade taxonômica largamente distribuída no município de Piracicaba, identificada por RANZANI et al. (1936) como série Luiz de Queiroz. A coleta da amostra foi feita junto à margem direita da estrada Piracicaba Monte Alegre, nas proximidades do aeroporto Pedro Morganti. O horizonte superficial coletado apresenta as seguintes características morfológicas:

Ap 0 - 35 cm; pardo avermelhado (2,5 YR 4/4; 2,5 YR 3/4 úmido); barro argiloso; granular, média a grossa, moderada a forte; duro, friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes finas abundantes; cascalhos esparsos; limite claro, ondulado.

Este horizonte apresenta um índice de saturação em bases de 93,7%, pH 6,0, alto conteúdo de cátions trocáveis, alto teor de sesquióxido livre e médio teor de matéria orgânica.

### PENEIRADOR MECÂNICO

Utilizou-se, para o peneiramento das amostras em água, um aparelho semelhante ao descrito por YODER (1936). Este aparelho é constituído das seguintes partes: uma haste metálica vertical provida na extremidade inferior de dispositivos especiais para sustentar dois jogos de tamises de 8 cm de diâmetro. Esta haste recebe de um redutor de velocidade acionado por um pequeno motor elétrico fixado em uma coluna que se eleva sobre a base do aparelho, movimento de oscilação vertical.

de 3,5 cm. de amplitude, com uma frequência de 35 oscilações por minuto.

Os tamises, dispostos segundo a ordem decrescente de abertura de suas malhas (3,0; 2,0; 1,0 e 0,5 mm), são fixados à haste motora, a uma altura conveniente. A regulagem da altura de fixação dos tamises foi feita de maneira a ficarem imersos na água destilada, contida em recipientes cilíndricos, até alguns milímetros acima da malha do primeiro tamis, quando a haste motora atinge o extremo superior do seu curso.

## MÉTODO

### DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi conduzido em casa-de-vegetação um experimento fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 4$  visando comparar a eficiência de vários tratamentos sobre a agregação do solo.

Os fatores foram aplicados na seguinte ordem:

- a — Matéria orgânica (com e sem);
- b — Calagem (com e sem);
- c — Adubação (com e sem);
- d — Vegetação (sem planta, Girassol, Guandu e Pangoia).

A matéria orgânica foi administrada na forma de estérco curtido, na proporção de 20 toneladas por hectare.

A quantidade de calcário foi calculada seguindo-se as recomendações de CATANI et al. (1955) para elevar o pH do solo a 6,5.

Os macronutrientes foram fornecidos às plantas pela solução de COLWELL (1943) e os micronutrientes, pela solução de HOAGLAND & ARNON (1950).

As plantas utilizadas foram: Girassol (*Helianthus annuus* L.), Guandu (*Cajanus cajan* L.) e Pangola (*Digitaria decumbens* Stent).

### INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a condução do experimento em casa-de-vegetação, utilizaram-se recipientes metálicos, os quais receberam 500 g de terra passada em tamis de 2 mm. Aos tratamentos que incluíram Matéria Orgânica ou Calcário, ou ambos, foram estes fatores adicionados na terra de maneira que a distribuição fosse a mais uniforme possível. Na casa-de-vegetação, os vasos foram distribuídos ao acaso, em dois lotes separados: o primeiro

incluindo os tratamentos que iriam receber adubação e o segundo, os tratamentos que não iriam receber este fator.

Todos os tratamentos foram mantidos, durante o transcorrer do experimento, em condições de umidade tão próxima quanto possível da capacidade de campo.

### DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE AGREGAÇÃO

O método utilizado para a análise dos agregados foi o peneiramento em água, segundo as indicações de YODER (1936). As amostras de terra foram coletadas quando se apresentavam em estado úmido, com auxílio de uma sonda para que não fôsse perturbado o estado de agregação.

Os dados obtidos foram expressos na forma de índice de agregação de acordo com a proposição de VAN BAVEL (1949).

O índice de agregação de VAN BAVEL foi o critério utilizado para a avaliação do efeito dos tratamentos, tendo, as comparações, sido feitas estatisticamente segundo os esquemas usuais.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito da Matéria Orgânica sobre o grau de estruturação não foi verificado. Este fato corrobora as conclusões de BERTRAMSON & RHOADES (1938), discordando das de MUSGRAVE & NORTON (1937) e das de HANES (1961), que concluíram que o efeito da matéria orgânica é decisivo para o aumento e para a estabilidade da agregação. Tende ainda a demonstrar que o aumento de 35% no índice de agregação observado por RANZANI et al. (1962) não deve ser atribuído à elevação de 0,7% do conteúdo de matéria orgânica no solo.

Não foi verificado, também, o efeito da Calagem. Isto vem, por um lado, concordar com as afirmações de GHANI (1955) em relação a solos lateríticos, com as de QUEIROZ & GROHMANN (1963) ao pesquisarem o efeito do calcário em terra-roxa e com as de LEVIN (1958). Entretanto, contraria as observações de MAEDA (1955), MÉRIAUX (1961), HUBBELL & STATEN (1951) e até certo ponto, as de FILIPPOVICH (1956). Este resultado vem, no entanto, confirmar as conclusões de RANZANI et al. (1962) de que este solo não reage à calagem.

A interação entre Calagem e Vegetação sobre o grau de estruturação, como foi sugerido por BAVEL (1948) e para as plantas utilizadas, também não foi constatada. Tendo-se, no entanto, em vista o alto conteúdo natural de cálcio "trocável" na Série Luiz de Queiroz, parece justificável que o efeito da a-

plicação deste fator não tenha se manifestado significativamente.

A pesar do alto nível de fertilidade dos solos desta série, o efeito da Adubação foi significativo, assim como o efeito da Vegetação, porém combinados. A conclusão de QUEIROZ & GROHMANN (1963) de que a adubação não contribuía para o aumento da estruturação de um Latossol, foi plenamente confirmada, uma vez que em ausência de Vegetação não se verificou diferença entre os tratamentos Com e Sem Adubação. As conclusões de GIFFORD & STRICKLING (1958), assim como as de MAZURAK e RAMIG (1962), não foram confirmadas. Esse resultado tende, também a afastar, pelo menos nas condições do experimento, a hipótese de os adubos que contém algum catiônio dispersante, provocarem a instabilidade dos agregados, contrariando, até certo ponto, as afirmações de BROOKS et al. (1956).

É interessante ressaltar que a Vegetação, em presença ou ausência de Adubação, constituiu um importante fator de estruturação do solo. Este resultado coincide com os de LOW (1955), BARBER (1959) e SELLIVANOV (1960), assim como com os de WILSON (1957), de que as gramíneas e as leguminosas eram eficientes para aumentar a agregação. O efeito da Adubação ficou bem evidenciado quando a Vegetação era constituída de Girassol.

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nas condições em que o experimento foi conduzido, permitiram, para o horizonte superficial do solo estudado, as conclusões apresentadas a seguir :

- a) não se observou efeito da Matéria Orgânica e da Calagem sobre o grau de estruturação;
- b) a Adubação e a Vegetação apresentaram efeitos em associação;
- c) os tratamentos que se mostraram mais eficientes para elevar o grau de estruturação foram os que incluíram Pangola ou Guandu.

### BIBLIOGRAFIA

- BARBER, S. A., 1959 — The influence of alfafa, brome grass and corn on soil aggregation and crop yield. *Soil Sci. Am. Proc.* 23: 258-259.

- BAVER L. D., 1948 — **Soil Physics**, second edition, New York, John Wiley & Sons, Inc., XI, 390 p.
- BERTRAMSON, B. R. & H. F. RHOADES, 1938 — The effects of cropping and manure applications on some physical properties of a heavy soil in eastern Nebraska. **Soil Sci Am. Proc.** 3: 32-36.
- BOEKEL, P., 1959 — The effect of adsorbed and soluble cations on the soil structure of clay soils. **Soils and Fertilizers**, XXII, 3.
- BROOKS, R. H., C. A. BOWER & R. C. REEVE, 1956 — The effect of various exchangeable cations upon the physical condition of soils. **Soil Sci. Am. Proc.**, 20: 325-327.
- CATANI, R. A., J. R. ROMANO & H. GARGANTINI, 1955 — A-mostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim n. 69 do Instituto Agrônomo de Campinas, 29 p.
- CECONI, S., A. SALAZAR & M. MARTELLI, 1963 — Soil structure & chemical fertilizers. I — Effect of various cations & anions on the structural stability of soil **Soils and Fertilizers**, XXVI, 3.
- CHESTERS, G., 1960 — Soil aggregation and organic matter composition. **Soils and Fertilizers**, XXIII, 3.
- EMERSON, W. W. & M. G. DETTMANN, 1959 — The effect of organic matter on crumb structure. **Jour. Soil Sci.** 10: 227-234.
- FILLIPPOVICH, Z. C., 1956 — Absorption of colloids by soils and the formation of structure. **Soils and Fertilizers**, XIX, 4
- GHANI, M. O., K. A. HASAN & M. F. A. KHAN, 1955 — Effect of liming on aggregation, noncapillary pore space, and permeability of lateritic soil. **Soil Sci.** 80: 469-478.
- GIFFORD, R. O. & E. STRICKLING, 1958 — The effect of anhydrous ammonia on water stability of soil aggregates. **Soil Sci. Am. Proc.** 22: 209-212.
- HANES G. L., 1961 — Factors influencing the structure of some Pleistocene terrace soils in Michigan. **Soils and Fertilizers**, XXIV, 4.
- HOAGLAND, D. R. & D. I. ARNON, 1950 — The water culture method for growing plants without soil. **Calif. Agr. Exp. Sta., Berkeley, Calif. Circ.** 347.

- HUBBELL, D. S. & G. STATEN, 1951 — Studies on soil structure. New Mexico Expt. Sta. Bul. 363.
- KHAN, D. V., 1957 — The influence of humus substances composition of minerals and exchangeable cations on the formation of water - stable aggregates in chernozem soils. *Soils and Fertilizers*, XX, 5.
- KULLMANN, A. & A. KLIMES SZMIK, 1961 — Investigations of the dynamics of the water stability of soil aggregates. *Soils and Fertilizers*, XIX, 3.
- KJNTWORTH, H., 1956 — Organic matter and soil structure. *Soils and Fertilizers*, XXIV, 4.
- LEVIN, F. I., 1958 — Water stability of the structure of sodpodzolic soils with application of lime and organic fertilizers. *Soils and Fertilizers*, XXI, 2.
- LOW, A J., 1955 — Improvements in the structural state of soils under leys. *Soil Sci.* 6: 2.
- LUTZ, J. F., R. GARCIA-LAGOS & H. GILL HILTON, 1962 — The effect of phosphate fertilizers on some physical properties of soil. *Soils and Fertilizers*, XXV, 3.
- MAEDA, N., 1955 — The influence of lime and manure on the stability of the soil. *Soil Plant Food I*, 13-14.
- MAZURAK, A. P. & R. E. RAMIG, 1962 — Aggregation and air-water permeabilities in a chernozem soil cropped to perennial grasses and follow-grain. *Soil Sci.* 94: 151-157
- MÉRIAUX, S., 1961 — The effect of liming on the components of structure and the state of saturation of the soil. *Soils and Fertilizers*, XXIV, 5.
- MUSGRAVE, G. W. & R. A. NORTON, 1937 — Soil and water conservation investigations. U.S. Dept. Agr. Rech. Bul. 553.
- MYERS H. E., 1937 — Physico-chemical reactions between organic and inorganic soil colloids related to aggregate formation. *Soil Sci.* 44: 331-359
- PLOTNIKOV, A. A., 1962 — The role of crops of a ley rotation in the dynamics of the group composition of soil aggregates. *Soils and Fertilizers*, XXV, 1.

- QUEIROZ NETO, J. P. & F. GROHMANN, 1963 — Estado de agregação da terra roxa (série Chapadão) num ensaio de adubação de milho. *Bragantia* 22: 635-646.
- RAGIMOV, K. S., 1960 — Dynamics of soil structure in crop rotation (grass-cotton). *Soils and Fertilizers* 1424. XXIII, 3.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1962 — Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" 1. Série Monte Alegre. In Anais da 2a. Reunião Argentina e 1º. Congresso Latinoamericano de Ciência do Solo, Mendoza, Argentina.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966 — Carta de Solos do Município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos. E.S.A. "Luiz de Queiroz" U.S.P. — Piracicaba. Estação de S. Paulo. Brasil. (Mimeografado).
- REEVE, R. C., C. A. BOWER, R. H. BROOKS & F. B. GSCHWEND, 1954 — A comparison of the effects of exchangeable sodium and potassium upon the physical condition of soils. *Soil Sci. Am Proc.* 18: 2. 130-132.
- SELIVANOV, A. P., 1960 — Water stability of structure of different soil groups and its dependence on agricultural practices. *Soviet Soil Sci.* 3: 65-73.
- SILLAMPAA, M., 1960 — The influence of the initial soil moisture content on degree of water stable aggregation as determined by wet sieving. *Soils and Fertilizers*, XXIII, 2.
- TALLARICO, L. A., A. C. FERREIRO & F. S. STILLO, 1960 — Effect of land use on the state of aggregation of some pampa soils. *Rev. Inv. Agric. B. Aires.* 14: 315-333.
- TELFAIR, D., M. R. GARNER & D. MIARS, 1957 — The restoration of a structurally degenerated soil. *Soil Sci. Am. Proc.* 21: 131-134.
- VAN BAVEL, C. H. M., 1949 — Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index. *Soil Sci Am. Proc.*, 14: 2-23.
- VERSHININ, P. V., 1962 — The problem of artificial formation of structure. *Soils and Fertilizers*, XXV, 6.



VIKLERT, P., 1962 — Grassland and soil structure. **Soils and fertilizers**, XXV, 6.

WILLIAMS, R. J. B., 1963 — The effect of cropping systems on soil stability. **Soil and Fertilizers**, XXVI, 5.

WILSON, H. A., 1957 — Effect of vegetation upon aggregation in strip mine spoils. **Soil Sci. Am. Proc.** 21: 637-640.

WISNIEWSKI, A., M. SALOMON & J. B. SMITH, 1958 — Restoration of soil structure with redtop and other sod crops. **Soil Sci. Am. Proc.** 22: 320-322.

YODER, R. E., 1936 — A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. **Jour Am. Soc. Agron.** 28: 1.

ZAJTSEV, B. D., 1963 — Role humus exchangeable calcium & the clay fraction in forming the structure of humic-eluvial horizons of forest soils. **Soils and Fertilizers**, XXVI, 5.

### CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS

A publicação do volume XLIV deste periódico (1969) foi parcialmente subvencionada pelo CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS.