KP potafos

Sócios Fundadores:
Instituto da Potassa e do Fosfato (EUA)
Instituto Internacional da Potassa (SUIÇA)
Eng.º Agr.º T. YAMADA, diretor

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

PROCI-1985.00019

1985
SP-1985.00019

A COMPACTAÇÃO DE SOLOS AGRÍCOLAS

Odo Primavesi *

1. **Introdução:**

Para que uma cultura agrícola explore seu potencial genético de produção completa e rapidamente, de modo a materializar-se em produto agrícola quali-quantitativamente, ela necessita do fornecimento suficiente, equilibrado e contínuo de: radiação solar, água, ar e nutrientes minerais. Todos estes fatores devem ocorrer, aliados a um pH do solo adequado e sem limitações físicas, químicas ou biológicas ao desenvolvimento de toda a planta.

O solo fornece: a estrutura física necessária ao suporte da planta, quase toda a matéria prima bruta para a absorção radicular, um sistema de macro e microporos que permite um bom desenvolvimento das raízes e onde ocorrem todos os processos vitais a nível de raiz.

Os microporos são responsáveis pelo armazenamento de água, sua circulação e reposição; enquanto que os macroporos são responsáveis pela drenagem do excesso de água e pela aeração do solo.

A compactação (mais visível) e o adensamento (mais disseminado) da camada arável, podem afetar seriamente o desenvolvimento radicular e os processos de armazenagem e disponibilidade de matéria-prima bruta. Podem, inclusive, tornar pouco efetivos a adubação mineral e a irrigação; e pouco econômico todo o restante do pacote tecnológico agrícola, devido à baixa eficiência de utilização.

2. **O que é Compactação e Adensamento ?**

É simplesmente a redução da macroporosidade (poros com diâmetro acima de 50 micra) ou porosidade de aeração do solo. A compactação é causada por meios mecânicos e o adensamento por meios pedogenéticos acelerados, ambos com conseqüente aumento na densidade do solo.

3. **Como ocorre ?**

Por destruição dos agregados do solo, e posterior aproximação das partículas sólidas devido: a uma pressão externa; ao rearranjamento aleatório durante o secamento, após a dispersão por água (encrostamento); à iluviação de partículas sólidas e "assoreamento" ou entupimento de macroporos, acima de uma barreira física (soleira de arado ou de grade, por exemplo).

4. **Onde ocorre ?**

Na superfície (0–5cm) e/ou subsuperfície (5–50cm) de um solo, podendo apresentar diferentes espessuras. Em subsuperfície, pode localizar-se a profundidades variáveis em função da profundidade de trabalho dos implementos agrícolas, o peso das máquinas e o grau de umidade do solo.

5. **Por que ocorre ?**

A compactação, geralmente é devida à ação de forças externas, como a pressão de pneus e outros rodados, e deslizamentos horizontais e verticais dos implementos. É tanto mais intensa quanto mais úmido for o solo, quanto maior o peso e o tráfego das máquinas e quanto menor a superfície de distribuição do peso destas em contato com o solo.

O adensamento tem como causa principal a dispersão das partículas sólidas, após a destruição dos agregados estáveis à ação da água (ou grumos). Ocorre, principalmente, devido à falta de material e de vida orgânica ativa e diversificada no solo. É agravado pela falta de proteção da superfície à ação da chuva e de raios solares, pelo revolvimento e destorroamento (até a pulverização) contínuos da camada arável, e em certos casos, pela presença de dispersantes químicos, como o sódio (Na) em solos salinos.

6. **Prejuízos principais.**

6.1. Com relação ao solo-água de fluxo horizontal:

- redução na taxa de infiltração,
- escorrimento de água,
- erosão, carreamento de solo, de adubos, sementes ou produtos químicos,
- poluição de lagos, açudes, rios,
- assoreamento e destruição de barragens,
- destruição de obras de infra-estrutura (pontes, estradas, cidades),
- enchentes e suas conseqüências sociais.

6.2. Com relação ao solo-água de fluxo vertical:

- impedimento à drenagem e consequente menor reposição de água do subsolo; com isto, o nível freático abaixa e há menor fluxo de água capilar ascendente,
- sob condições de encharcamento ocorre anaerobiose, afetando a vida orgânica do solo e a decomposição da matéria orgânica; substâncias tóxicas às plantas são produzidas (nitritos, ácidos sulfídricos, aldeídos, etc.); alguns elementos passam a ter concentrações tóxicas (Fe e Mn) e outros se perdem (volatilização do nitrogênio); o encharcamento ainda dificulta a mecanização atrasando diversas operações agrícolas.

* Engº Agrº , M. Sc.: Bolsista da EMBRAPA, CPG Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ / USP, Piracicaba, SP.

6.3. Na relação solo-planta:

- impedimento ao desenvolvimento normal do sistema radicular, com conseqüente menor absorção de água e nutrientes,
- sob condições de encharcamento e anaerobismo, ocorrem efeitos prejudiciais à respiração radicular, à absorção de nutrientes, à transpiração, à produção e transporte de substâncias orgânicas nas raízes e à própria produção das plantas,
- sob condições de estresse hídrico, os sintomas de falta de água ocorrem mais rapidamente, de 3 a 10 dias nas plantas impedidas de explorar maior volume de solo, contra 2 a 4 semanas para aquelas com raízes à profundidade de 1,5 m. Em condições de baixo armazenamento e disponibilidade de água, ocorrem falhas na germinação e emergência, pior crescimento, antecipação da maturidade vegetal e menores produções.

7. Métodos para identificação:

7.1. Visuais:

- encrostamento,
- sulcos de erosão,
- formação de torrões,
- resíduos vegetais não decompostos,
- plantas indicadoras nativas: grama seda, carrapicho, capim favorito, granxuma,
- falhas na germinação,
- crescimento desuniforme,
- culturas raquíticas em beiradas onde ocorrem manobras de máquinas agrícolas.
- sintomas de toxidez de Mn mesmo com calagem e sintomas de falta de N e P mesmo com adubações: ocorrem devido à impedimentos da absorção radicular, como falta de aeração ou de água.

7.2. Instrumentais:

- pá reta, enxada, enxadão: identificam resistências à penetração devido à variação na densidade do solo,
- penetrômetro, penetrógrafo: medem a resistência à penetração em dados numéricos (kg/cm^2).

7.3. Laboratoriais:

- condutividade hidráulica saturada (cm/h): mede o fluxo de água através da amostra. Reduz-se com a compactação,
- taxa de difusão de oxigênio ($gO2/cm^2$. min): também se reduz com a compactação,
- massa específica do solo ou densidade (g/cm^3): aumenta com a compactação. Geralmente o valor 1,8 g/cm^3 é o limite máximo para a penetração das raízes,
- macroporos (%): reduz-se com a compactação. É o único método que permite comparação entre solos diferentes,
- lâminas de solo (%): permitem a verificação ao microscópio da quantidade e distribuição de poros por tamanho,
- curva característica: permite determinar a distribuição de poros por tamanho.

8. Como combater

8.1. Destruição dos adensamentos e compactações:

A destruição de encrostamentos se faz através de uma gradagem leve antes do plantio ou escarificação superficial com cultivador se a cultura já estiver instalada.

Se o adensamento for superficial formado acima de uma soleira de arado ou grade pesada, deve-se arar, gradear e escarificar em profundidade, ou mesmo fazer uma subsolagem. Estas operações são eficientes em condições de solo seco. Quando os implementos forem a disco, deve-se utilizar por último o escarificador.

O espaçamento entre braços do escarificador, deve ser de 1,0 a 1,5 vezes a profundidade de trabalho. Quando providos de asas (10 a 12 cm de largura), a profundidade de trabalho pode ser ampliada de 1,0 a 2,5 vezes, sem exigir maior esforço do trator. A profundidade em que se deve proceder a aração ou gradagem pode ser sugerida através da observação de torceduras no sistema radicular. Essa profundidade acrescida de 5 cm adicionais seria o limite, abaixo do qual o trabalho de destruição deverá ocorrer por conta do subsolador ou escarificador. Após o trabalho mecânico de destruição, o solo deve ser plantado o mais rapidamente possível.

8.2. Reconstrução dos grumos:

A reconstrução dos grumos pode ocorrer por reações químicas ou pela atividade biológica. Em casos onde ocorrem dispersões químicas, a aplicação de gesso promove a floculação inicial dos agregados. O enraizamento abundante pode descompactar o solo a longo prazo, sem o uso de máquinas, através do estabelecimento de macroporos no perfil do solo. As leguminosas puerária, guandu, alfafa, lespedeza, têm raízes rompedoras e as capineiras e pastagens têm raízes que agregam o solo. A incorporação superficial de material orgânico promove maior atividade microbiana. Os microrganismos produzem geléias à base de ácido galacturônico que promovem efeito agregante e cimentante. Os micélios de fungos e actinomicetos se entrelaçam com as partículas de solo estabilizando os grumos. Em condições de solo ácido, durante a degradação da matéria orgânica, ocorre a produção de ácidos fúlvicos que não contribuem para melhorar o estado de agregação do solo.

9. Como prevenir

Algumas práticas agrícolas são importantes para prevenir a ocorrência dos adensamentos e compactações.

9.1. Reduzir a intensidade de tráfego de máquinas, conjugando diversas práticas numa operação e planejando melhor as manobras no campo. Reduzir também o uso de máquinas pesadas.

9.2. Ampliar a superfície de contato máquina-solo, para a melhor distribuição de peso (rodado duplo, esteira, etc.).

9.3. Não trabalhar com o solo molhado.

9.4. Estabelecer corredores para movimentação das máquinas, e que não são plantados.

9.5. Regular os implementos para que apresentem um ângulo de ataque adequado. Manter as lâminas sempre afiadas.

9.6. Reduzir os cultivos que "pulverizem" o solo.

9.7. Reduzir ou eliminar a prática de revolvimento do solo. Almejar a prática do plantio direto.

9.8. Procurar melhorar a drenagem do solo.

9.9. Escarificar o local de passagem dos rodados de máquinas de implementos de disco. (quebrar a soleira de arado ou de grade).

9.10. Providenciar o retorno adequado de material orgânico, semi-incorporado ou mesmo superficial.

9.11. Rotacionar culturas com sistema radicular abundante, profundo e agressivo.

9.12. Irrigar e adubar quando necessário, para o bom desenvolvimento vegetal.

9.13. Procurar manter o solo sempre coberto: cobertura morta, principalmente na fase inicial da cultura, ou períodos secos, e cobertura viva no período das águas.

Em resumo: cultivo mínimo ou plantio direto + rotação de culturas + retorno de material orgânico + proteção da superfície do solo.

LEITURA SUGERIDA

BARNES, K. K.; CARLETON, W. M.; TAYLOR, H. M.; THROCKMORTON, R. I.; VANDENBERG, G. E., org., 1971. *Compaction of agricultural soils.* St. Joseph / Michigan, Am. Soc. Agric. Engeneers, 471 p.

CAMARGO, O. A. de, 1983. *Compactação do solo e desenvolvimento de plantas.* Campinas, Fundação Cargill, 44 p.

BUREN, N. van, (ed.), 1984. Compaction: what about it ? *Solutions* 28 (5) : 1–63.

FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L.; STOLF. R.; 1981. Tratos culturais de canas-soca. *STAB,* março: 18 – 22.

FREIRE, O., 1967. Agregação de solos: efeito da matéria orgânica, calagem, adubação e vegetação. Piracicaba, ESALQ / USP, 103 p. (Tese de Doutoramento).

MARCOS, Z. Z.; FREIRE, O., 1980. Efeito da agregação do solo sobre o desenvolvimento do milho (Zea mays L.). *Rev. de Agricultura.* 55 (3) : 139 – 152.

PRIMAVESI, A., 1980. *O manejo ecológico do solo.* São Paulo, Nobel, 541 p.

PRIMAVESI, O., 1983. Nutrição mineral de feijoeiro *(Phaseolus vugaris L.),* em dois solos sujeitos à compactação. Piracicaba, ESALQ / USP, 142. (Dissertação de Mestrado).

TAYLOR, J. C.; BELTRAME, L. F. S., 1980. Por que, quando e como utilizar a subsolagem. *A Lavoura Arrozeira,* mai/jun : 34 – 44.

FATORES QUE AFETAM A DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES

Alfredo Scheid Lopes *

O conhecimento dos fatores que afetam a a disponibilidade de micronutrientes bem como das condições de solo e clima o mais propensos ao aparecimento de deficiência ou toxidez é indispensável como instrumento de aumento na eficiência do uso de fertilizantes que contém micronutrientes.

Boro:

a) Maior disponibilidade na faixa de pH 5,0 a 7,0;

b) Condições de alta pluviosidade e altos graus de perdas por lixiviação, reduzem a disponibilidade, notadamente em solos mais arenosos;

c) Condições de seca, aceleram o aparecimento de sintomas de deficiência, que, muitas vezes tendem a desaparecer quando a umidade do solo atinge níveis adequados. Dois fatores explicam este comportamento:
   - Matéria orgânica é uma importante fonte de boro para o solo. Sob condições de seca a decomposição desta diminui, liberando menos B para a solução do solo.
   - Condições de seca reduzem o crescimento das raízes, induzindo a menor exploração do volume do solo, o que leva o menor índice de absorção dos nutrientes inclusive boro.

d) Uma vez que os limites entre deficiência e toxidez de boro são muito estreitos, aplicação de fertilizantes com este micronutriente em sistemas de rotação envolvendo culturas com diferentes graus de sensibilidade, deve ser feita com cuidado.

Cobre:

a) Maior disponibilidade na faixa de pH 5,0 a 6,5;

b) Solos orgânicos são os mais prováveis de apresentarem deficiência de cobre. Tais solos apresentam, em geral, abundância deste micronutriente, mas formando complexos tão estáveis com a matéria orgânica que somente pequenas quantidades são disponíveis para a cultura;

c) Solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica, podem tornar-se deficientes em cobre em função de perdas por lixiviação;

d) Solos argilosos apresentam menores probabilidades de apresentarem deficiência deste micronutriente;

e) Presença excessiva de íons metálicos como ferro, manganês e alumínio, reduz a disponibilidade de cobre para as plantas. Este efeito é independente do tipo de solo.

Ferro:

a) Maior disponibilidade na faixa de pH 4,0 a 6,0;

b) Deficiência de ferro acredita-se ser causada, principalmente, por desbalanço em relação a outros metais tais como molibdênio, cobre ou manganês.

c) Outros fatores que podem levar a deficiências deste micronutriente são: excesso de fósforo no solo, efeitos combinados de pH elevado, calagem excessiva, encharcamento, baixas temperaturas e altos níveis de bicarbonato.

Manganês:

a) Maior disponibilidade na faixa de pH 5,0 a 6,5;

b) Solos orgânicos, pela formação de complexos muito estáveis entre matéria orgânica e manganês, tendem a apresentar problemas de deficiência;

c) Umidade do solo também afeta a disponibilidade de manganês. Sintomas de deficiência são mais severos em solos com alto teor de matéria orgânica durante a estação fria quando estes estão saturados de umidade. Os sintomas tendem a desaparecer a medida que o solo seca e a temperatura se eleva;

d) Solos arenosos, com baixa CTC e sujeitos a altos índices pluviométricos são mais propensos a apresentarem problemas de deficiência deste micronutriente;

e) Desbalanços em relação a cálcio, magnésio e ferro podem, também, causar deficiências de manganês.

Zinco:

a) Maior disponibilidade na faixa de pH 5,0 a 6,5;

b) Alguns solos quando recebem doses de corretivos para elevar o pH acima de 6,0 podem desenvolver sérias deficiências de zinco, principalmente se forem arenosos;

c) Deficiências de zinco podem ocorrer quando se usam altas doses de fertilizantes fosfatados. Várias espécies de plantas já mostraram os efeitos da interação Zn-P. A interação se complica ainda mais pelo efeito de valores altos de pH;

d) Grandes quantidades de zinco podem ser "fixadas" pela fração orgânica do solo induzindo a deficiências. Este micronutrinte pode ser, também, temporariamente imobilizado nos corpos dos microorganismos do solo, especialmente quando da aplicação de estercos;

e) Baixas temperaturas, associadas a excesso de umidade, podem fazer com que as deficiências sejam pronunciadas; isso tende a se manifestar no estágio inicial do crescimento das plantas se, geralmente, os sintomas desaparecem mais tarde;

f) Sistematização do solo para irrigação por inundação, induz a deficiências de zinco;

g) Zinco é fortemente absorvido pelos colóides do so-

* Resumido de: Lopes, A. S. (1984). Uso Eficiente de Fertilizantes com Micronutrientes. Anais do Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira, Brasília, 06–10/08/1984, p. 347 – 382.