60
T
0
2
12060a

...tério
...cultura
e do Abastecimento

Embrapa
MEMÓRIA
AI/SEDE

ISSN 1516-5582

COMPACTAÇÃO E DESCOMPACTAÇÃO DE SOLOS

Embrapa

Compactação e descompactação
2000 FL-12060a
41635-2

Embrapa
AI/SEDE

ISSN 1516-5582

Embrapa
MEMÓRIA
AI/SEDE

Compactação e Descompactação de Solos

Rainoldo Alberto Kochhann
José Eloir Denardin
Antoninho Luiz Berton

Embrapa
MEMÓRIA
AI/SEDE

Passo Fundo, RS
2000

Embrapa
Trigo

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Trigo
BR 285, km 174
Telefone: (54)311-3444
Fax: (54)311-3617
Caixa Postal 451
99001-970 Passo Fundo, RS

Tiragem: 1.000 exemplares

Comitê de Publicações
*Rainoldo Alberto Kochhann - **Presidente***
Amarilis Labes Barcellos
Erivelton Scherer Roman
Geraldino Peruzzo
Irineu Lorini

***Tratamento Editorial:** Fátima Maria De Marchi*
***Capa:** Liciane Duda Bonatto*
***Referências Bibliográficas:** Maria Regina Martins*

KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E.; BERTON, A.L. Compactação e descompactação de solos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 20p. (Embrapa Trigo. Documentos, 19).

Solo

CDD 631.4

© Embrapa Trigo - 2000

Apresentação

O processo produtivo mediante o emprego de diferentes tipos de manejo tem levado a mudanças físicas do solo. A compactação é uma dessas mudanças a que se tem atribuído papel de restrição à otimização da produção e mesmo de dificultar ou confundir o produtor rural no melhor uso de sua propriedade.

O perfeito entendimento do que é compactação e de como e quando é preciso adotar práticas de descompactação de solos é o objetivo do trabalho que a Embrapa Trigo tem o prazer de apresentar na forma desta publicação. Esperamos que os senhores usuários desta informação possam obter o sucesso que os autores do trabalho tencionavam proporcionar quando o produziram.

Benami Bacaltchuk
Chefe-geral da Embrapa Trigo

Sumário

Compactação e descompactação de solos 7

Processos de compactação do solo 7

Efeitos da compactação do solo 9

Diagnóstico da camada compactada 11

Método da trincheira 11

Método do exame de raízes 11

Método do penetrógrafo e do penetrômetro 12

Processos de descompactação do solo 12

Tecnologia de descompactação do solo 13

Umidade do solo 14

Profundidade de trabalho 15

Espaçamento entre as hastes do escarificador 15

Adição de material orgânico ao solo descompactado 16

Bibliografia consultada 17

Equipe Técnica Multidisciplinar da Embrapa Trigo 19

Compactação e Descompactação de Solos

Rainoldo Alberto Kochhann[1]
José Eloir Denardin[1]
Antoninho Luiz Berton[2]

Processos de compactação do solo

A compactação do solo é entendida como o aumento de sua densidade, resultante de complexa interação de processos físicos, químicos e biológicos. Nessa interação, os processos químicos e biológicos atuam apenas como fatores condicionantes da compactação do solo, necessitando de processos físicos como agentes diretos e complementares para concretização do fenômeno.

Fisicamente, o processo de compactação resulta da ação de forças mecânicas, oriundas do tráfego de máquinas e/ou do pisoteio de animais sobre o solo, e da ação da água de percolação no perfil do solo, transportando partículas dispersas. Enquanto as forças mecânicas aproximam as partículas unitárias do solo, pela expulsão do ar e/ou da água que as mantêm afastadas, reduzindo o volume total do solo à custa da redução da porosidade,

[1] *Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: rainoldo@cnpt.embrapa.br, denardin@cnpt.embrapa.*
[2] *Eng.-Agr. Assistente Técnico Regional da Emater/RS, Caixa Postal 550, 99010-010 Passo Fundo, RS.*

a água de percolação promove essa aproximação mediante dispersão e rearranjo das partículas unitárias, obstruindo a porosidade e, conseqüentemente, concentrando massa de solo por unidade de volume.

Quimicamente, o condicionamento do solo para o processo de compactação origina-se a partir da calagem que promove a substituição do elemento Al^{+++}, que tem ação estabilizante da estrutura do solo, pelos elementos Ca^{++} e/ou Mg^{++}, que na faixa de pH abaixo de 7,0 têm ação dispersante.

Biologicamente, o condicionamento do solo para o processo de compactação decorre da decomposição da matéria orgânica que está atuando ativamente na estabilização dos agregados do solo. As operações de preparo de solo, ao incorporarem restos culturais na camada arável, oxigenam o solo, acelerando a atividade biológica, que passa a decompor ou mineralizar rapidamente o material orgânico incorporado ao solo e, em conseqüência, a própria matéria orgânica residente no solo. Como a matéria orgânica é o agente cimentante mais ativo, responsável pela estabilidade de macroagregados do solo, quando mineralizada promove a desestabilização dos macroagregados que, sob contínuas operações de preparo de solo, são fracionados, culminando com a dispersão do solo.

A argila dispersa, seja pelo condicionante químico, seja pelo condicionante biológico, passa a ser transportada pela água de percolação, por meio da camada mobilizada de solo, sedimentando-se na base dessa camada, devido ao selamento de solo provocado pelo elemento de corte dos implementos de preparo, principalmente quando essa operação é realizada sob condições de solo úmido. Esse processo, à semelhança do desencadeado pelas forças físicas, mediante tráfego de máquinas

e/ou pisoteio de animais, tem como efeito final a redução da porosidade do solo, porém a aproximação de partículas, nesse caso, não se dá por pressão, mas por concentração de partículas e obstrução da porosidade.

Efeitos da compactação do solo

Os efeitos da compactação do solo são relativos, podendo ser benéficos ou prejudiciais ao desenvolvimento de plantas.

Os equipamentos de semeadura requerem dispositivos que pressionem o solo em torno das sementes, com o objetivo de favorecer a germinação. Se a densidade do solo for excessivamente baixa, o fluxo hídrico do solo é descontinuado, afetando a absorção de água tanto pelas sementes depositadas no solo como pelas raízes das plântulas emergidas. Se, ao contrário, a densidade do solo for excessivamente elevada, o fluxo hídrico do solo poderá ser extremamente lento, não satisfazendo a demanda de água requerida pelas plantas, e/ou poderá impor resistência ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, reduzindo o volume de raízes e, conseqüentemente, limitando o potencial de as plantas explorarem o solo.

A camada compactada do solo pode ser identificada mediante a avaliação de atributos físicos e morfológicos do solo, como densidade do solo, porosidade do solo, tipo e grau de estrutura do solo e resistência do solo à penetração. Esses atributos exercem influência nos movimentos de água e de ar no solo, bem como no desenvolvimento radicular de plantas.

Para o adequado desenvolvimento de plantas, o solo necessita ter parte da porosidade preenchida com água

(microporosidade) e parte da porosidade preenchida com ar (macroporosidade). A proporção de sólidos, de água e de ar de um solo depende da textura e da estrutura desse solo. Em latossolos, sob condições naturais, a densidade de solo pode ser inferior a 1,0 g cm^{-3}, e a porosidade total pode atingir valores superiores a 65 %, sendo 35 % destinados ao armazenamento de água e 30 % à aeração. Sob compactação, a densidade de solo aumenta e a porosidade total diminui. Em decorrência dessa redução da porosidade total, tanto a aeração como a capacidade de armazenamento de água diminuem. Contudo, os reflexos mais impactantes são aqueles observados na redução da macroporosidade, responsável pela aeração do solo. A aeração do solo, quando for igual ou inferior a 10 % da porosidade total na umidade equivalente à da capacidade de campo do solo, provoca prejuízos ao desenvolvimento de culturas.

A macroporosidade do solo é também responsável pela taxa de infiltração de água no solo. Solos com presença de camada compactada, resultante de severa redução da macroporosidade, caracterizam-se por apresentar baixa taxa de infiltração de água, que conseqüentemente, contribui para a ocorrência freqüente de enxurradas, mesmo em precipitações pluviais não caracterizadas como chuvas intensas. Essa camada compactada oferece elevada resistência às operações de preparo e ao desenvolvimento de plantas, promovendo deformações e restrição ao crescimento de raízes e induzindo à deficiência hídrica, devido à limitação que estas apresentam para explorar camadas mais profundas de solo com maior disponibilidade de água, mesmo em períodos curtos de estiagem.

Diagnóstico da camada compactada

Método da trincheira

Esse método consiste na abertura de pequenas trincheiras, com dimensões de 30 cm de lado por 50 cm de profundidade, para identificar a camada compactada. A camada compactada é identificada na parede da trincheira mediante o aspecto morfológico da estrutura do solo e/ou da resistência do solo oferecida ao toque com um instrumento pontiagudo. O exame morfológico e/ou os toques com o instrumento pontiagudo são executados a partir da superfície do solo até o fundo da trincheira, identificando-se os limites superior e inferior da camada compactada. Normalmente, os limites da camada compactada situam-se entre 7 cm e 25 cm de profundidade.

Método do exame de raízes

Esse método consiste na coleta de um bloco de solo, na linha de semeadura, com dimensões de 15 a 20 cm de lado por 30 cm de profundidade, contendo o sistema radicular da planta cultivada. O método deve ser empregado no momento em que a cultura esteja no estádio de pleno desenvolvimento (florescimento). A identificação da camada compactada é realizada mediante a verificação morfológica das raízes e da distribuição espacial do sistema radicular. Na presença de camada compactada, as raízes apresentam deformações, tendo sua densidade reduzida. Raízes pivotantes assumem formato espiralado ou mudam bruscamente de direção e, quando seccionadas, em vez de cilíndricas, podem apresentar-se achatadas.

Método do penetrógrafo e do penetrômetro

O penetrógrafo e o penetrômetro são instrumentos destinados à quantificação da resistência do solo à penetração. Esses instrumentos são munidos de uma haste metálica que, ao ser introduzida no solo, indica maior ou menor resistência do solo à penetração, dependendo do grau de compactação e da umidade desse solo. A força necessária para vencer a resistência do solo é indicada em kg cm^{-2}. No caso do penetrógrafo, as forças de resistência do solo ao longo do perfil são registradas em gráfico, permitindo identificar as profundidades de início e fim da camada compactada. No caso do penetrômetro, as forças de resistência do solo são observadas com auxílio de um manômetro. O limite superior da camada compactada é identificado no momento em que o manômetro acusa aumento na força de resistência do solo, e o limite inferior é identificado no momento em que essa força de resistência é aliviada.

Processos de descompactação do solo

A descompactação de um solo é entendida como a promoção da redução de sua densidade, através da interação de processos mecânicos e biológicos.

O processo mecânico de descompactação de solo está fundamentado no princípio da subsolagem, isto é, romper camadas compactadas através de equipamentos motomecanizados que operam em profundidades ligeiramente maiores do que as normalmente empregadas com implementos de preparo de solo. Portanto, qualquer implemento agrícola, de discos ou de hastes,

capaz de operar em profundidades superiores à da camada compactada, pode descompactar mecanicamente o solo. No entanto, os implementos preferencialmente indicados para esse fim devem ser equipados com hastes (escarificadores), por causarem menor intensidade de mobilização de solo e por terem menor superfície de contato entre o implemento e o solo, principalmente no limite inferior da profundidade de trabalho. Os escarificadores que apresentam maior facilidade de penetração no solo e que exigem menor força motriz são aqueles equipados com hastes inclinadas para frente, munidas de ponteiras com largura não superior a 8 cm, que formam com a superfície do solo um ângulo de 20° a 25°, quando em operação.

O processo biológico de descompactação de um solo está associado à adição de material orgânico ao solo, através do sistema radicular das plantas que, enquanto vivo, preenche a macroporosidade do solo, conferindo estabilidade aos agregados do solo, e que, quando em decomposição, gera compostos orgânicos, com liberação de substâncias cimentantes dos macroagregados do solo.

Tecnologia de descompactação do solo

O processo biológico de descompactação do solo está associado ao desenvolvimento de raízes de plantas, cujo sistema radicular seja suficientemente vigoroso para penetrar e romper camadas compactadas, deixando, após sua morte e decomposição, macroporos no solo. Plantas com raízes pivotantes são as mais indicadas para promover esse processo.

O uso de plantas com sistema radicular denso e agressivo

Embrapa
AI/SEDE

constitui um complemento à ação mecânica de descompactação, uma vez que as raízes ocuparão os espaços resultantes do rompimento da camada compactada. As melhores opções provavelmente sejam culturas como aveia, centeio e, principalmente, nabo forrageiro, as quais têm sido preferidas por agricultores adotantes do sistema plantio direto.

Umidade do solo

A umidade ideal do solo para realizar a operação mecânica de descompactação é aquela equivalente à do ponto de friabilidade. Essa condição é identificada diretamente no campo, tomando-se um torrão de solo, com 1 a 2 cm de diâmetro, coletado a aproximadamente 10 cm de profundidade e exercendo-se sobre ele leve pressão entre os dedos polegar e indicador. Se o torrão desagregar-se, sem oferecer resistência nem moldar-se ao formato dos dedos, o solo encontra-se no ponto de friabilidade.

Em condições de solo com umidade acima do ponto de friabilidade, não ocorre o processo de descompactação mecânica. Nessa condição, ocorre apenas amassamento ou deformação do solo entre as hastes do implemento e selamento do solo no limite inferior da profundidade de operação do implemento. Em condições de solo com umidade inferior à do ponto de friabilidade, há os inconvenientes de demanda elevada de energia para tração do implemento descompactador e de entorroamento do solo. Em conseqüência, o entorroamento do solo exigirá gradagens, as quais comprometerão a eficiência da operação mecânica de descompactação do solo.

Profundidade de trabalho

O implemento descompactador de solo deve ser regulado para operar pelo menos 5 cm mais profundamente do que o limite inferior da camada compactada. Para tanto, é de fundamental importância a identificação da profundidade do limite inferior da camada compactada e da profundidade real de operação do implemento descompactador. Os implementos de hastes caracterizam-se por iludirem visualmente a profundidade real de operação. Para identificar a profundidade real de trabalho de um escarificador procede-se do seguinte modo: a) inicia-se a operação de escarificação, aprofundando o implemento no solo e deslocando-o por cerca de 5 a 10 m; b) sem retirar o implemento do solo, com o auxílio de uma pá, faz-se uma marca numa das hastes externas do escarificador ao nível da superfície do solo não mobilizado; c) retira-se o implemento do solo e traçam-se duas linhas paralelas ao chassi do escarificador, uma passando na marca realizada com a pá e outra na extremidade inferior da haste; d) a profundidade real de trabalho do implemento é a distância entre essas duas linhas paralelas.

Espaçamento entre as hastes do escarificador

A descompactação mecânica do solo por meio de escarificadores depende da ação interativa das ponteiras das hastes do escarificador no solo, visto que cada ponteira tem capacidade limitada de ruptura da camada compactada. Portanto, o espaçamento entre as hastes do escarificador determina o grau de descompactação do solo promovido pelo implemento. Para escarificadores equipados com ponteiras de 6 a 8 cm de

largura, a ação interativa entre as ponteiras tornar-se-á eficiente quando o espaçamento entre hastes for igual a 1,25 vez a profundidade de operação do implemento. Exemplificando: um escarificador regulado para operar a 24 cm de profundidade deve ter espaçamento entre as hastes de 30 cm (24 cm x 1,25 = 30 cm). Para ponteiras de maior largura ou equipadas com asas laterais, essa relação é maior, podendo ser 1,5, 2,0 ou até mesmo 2,5 vezes a profundidade de trabalho. No entanto, salienta-se que quanto mais larga for a ponteira, maiores serão a demanda de potência para tracionar o implemento e o tamanho e a quantidade de torrões formados durante a operação de descompactação.

Adição de material orgânico ao solo descompactado

A eficiência e a persistência da descompactação de solo está associada à adição de material orgânico ao solo, durante o processo de descompactação, e à redução da intensidade de preparo de solo praticada em seqüência.

Durante o processo de descompactação de solo, é indispensável estabelecer culturas com alta densidade de plantas, com elevada produção de massa vegetativa e com abundante sistema radicular, como aveia e azevém, no outono, e capim italiano (milheto), na primavera.

A alta densidade de plantas e a elevada massa vegetativa têm como função dissipar a energia cinética das chuvas, prevenindo a desagregação superficial do solo. O abundante sistema radicular tem como função preencher fendas geradas no solo pela operação mecânica de descompactação, assegurando, as-

sim, a redução da densidade do solo e, quando em decomposição, a estabilidade dos agregados e, conseqüentemente, da estrutura do solo.

A redução da intensidade de preparo do solo, para as culturas subseqüentes, está associada à prevenção da recompactação do solo. Quanto mais intensa for a mobilização de solo, maior será a taxa de decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, maior a desagregação e a dispersão do solo, fatores esses que levam à recompactação do solo.

Bibliografia consultada

DALLA ROSA, A. ***Uso, manejo e conservação do solo****: um grito de alerta. Santo Ângelo: COTRISA, 1981. 28p. (Boletim Técnico).*

DENARDIN, J.E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1.; SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, 3., 1983, Passo Fundo. ***Anais****... Passo Fundo: UPF, 1984. p.107-123.*

Equipe Técnica Multidisciplinar da Embrapa Trigo

Chefe-geral

Benami Bacaltchuk - Ph.D.

Chefe Adjunto de Administração

João Carlos Ignaczak - M.Sc.

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

José Eloir Denardin - Dr.

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

João Francisco Sartori - M.Sc.

Nome	*Gra-duação*	*Área de atuação*
Amarilis Labes Barcellos	*Dr.*	*Fitopatologia-Ferrugem da Folha*
Ana Christina A. Zanatta	*M.Sc.*	*Recursos Genéticos*
Antônio Faganello	*M.Sc.*	*Máquinas Agrícolas*
Airton N. de Mesquita	*M.Sc.*	*Fitotecnia*
Arcenio Sattler	*M.Sc.*	*Máquinas Agrícolas*
Ariano Moraes Prestes	*Ph.D.*	*Fitopatologia-Septorias*
Armando Ferreira Filho	*M.Sc.*	*Difusão de Tecnologia*
Aroldo Gallon Linhares	*M.Sc.*	*Tecnol. de Sementes, Recurs. Genéticos*
Augusto Carlos Baier	*Dr.*	*Melhoramento de Plantas-Triticale*
Cantídio N.A. de Sousa	*M.Sc.*	*Melhoramento de Plantas-Trigo*
Claudio Brondani	*M.Sc.*	*Biotecnologia*
Delmar Pöttker	*Ph.D.*	*Fertilidade do Solo/Nutrição de Plantas*
Edson Clodoveu Picinini	*M.Sc.*	*Fitopatologia-Controle Quím. Doenças*
Edson J. Iorczeski	*Ph.D.*	*Melhoramento de Plantas*
*Eliana Maria Guarienti**	*M.Sc.*	*Tecnologia de Alimentos*
Emídio Rizzo Bonato	*Dr.*	*Melhoramento de Plantas-Soja*
Erivelton Scherer Roman	*Ph.D.*	*Ecologia de Plantas Daninhas*
Euclydes Minella	*Ph.D.*	*Melhoramento de Plantas-Cevada*
Gabriela E.L. Tonet	*Dr.*	*Entomologia-Pragas de Soja/de Trigo*
Geraldino Peruzzo	*M.Sc.*	*Fertilidade do Solo/Nutrição de Plantas*
Gerardo Arias	*Ph.D.*	*Melhoramento de Plantas-Cevada*

Nome	Gra-duação	Área de atuação
Gilberto Bevilaqua	Ph.D.	Técnico de Nível Superior-Sementes
Gilberto Omar Tomm	Ph.D.	Culturas Alternativas-Ciclagem de N
Gilberto Rocca da Cunha	Dr.	Agrometeorologia
Henrique P. dos Santos	Dr.	Manejo e Rotação de Culturas
Irineu Lorini	Ph.D.	Entomologia-Pragas de Grãos Armaz.
Ivo Ambrosi	M.Sc.	Economia Rural
Jaime Ricardo T. Maluf	M.Sc.	Agrometeorologia
João Carlos Haas	M.Sc.	Biotecnologia
João Carlos S. Moreira	M.Sc.	Fitotecnia
José Antônio Portella	Dr.	Máquinas Agrícolas
José M.C. Fernandes	Ph.D.	Fitopatologia
José Roberto Salvadori	Dr.	Entomologia-Pragas Trigo, Feijão e Milho
Julio Cesar B. Lhamby	Dr.	Rotação Culturas-Contr. Plantas Daninhas
Leila Maria Costamilan	M.Sc.	Fitopatologia-Doenças de Soja
Leo de Jesus A. Del Duca	Dr.	Melhoramento de Plantas-Trigo
Luiz Ricardo Pereira	Dr.	Melhoramento de Plantas-Milho
Márcio Só e Silva	M.Sc.	Fitotecnia
Marcio Voss	Dr.	Microbiologia do Solo
Maria Imaculada P.M. Lima	M.Sc.	Fitopatologia
Maria Irene B.M. Fernandes	Dra.	Biologia Celular
Martha Z. de Miranda	Dra.	Tecnologia de Alimentos
Osmar Rodrigues	M.Sc.	Fisiologia Vegetal
Paulo F. Bertagnolli	Dr.	Melhoramento de Plantas-Soja
Pedro Luiz Scheeren	Dr.	Melhoramento de Plantas-Trigo
Rainoldo A. Kochhann	Ph.D.	Manejo e Conservação de Solo
Renato Serena Fontaneli	Ph.D.	Fitotecnia-Forrageiras
Roque G.A. Tomasini	M.Sc.	Economia Rural
Sandra Patussi Brammer	Ph.D.	Biotecnologia
Silvio Tulio Spera	M.Sc.	Física de Solo
Sírio Wiethölter	Ph.D.	Fertilidade do Solo/Nutrição de Plantas
Wilmar Cório da Luz	Ph.D.	Fitopatologia

* Em curso de Pós-Graduação.