

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

MATERIAL DIDÁTICO

COMPACTAÇÃO DO SOLO, ESCARIFICAÇÃO E SUBSOLAGEM

Material didático desenvolvido para suporte das atividades dos discente do Curso de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani

Eng. Agron. Tiago de Oliveira Tavares

Eng. Agron., Msc. Murilo Aparecido Voltarelli

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

MAIO DE 2015

SUMÁRIO

1. Introdução a manejo do solo	2
2. Escarificadores e Subsoladores	3
3. Constituição dos Escarificadores e Subsoladores	5
4. Operação e Regulagem	8
5. Referências	9

Compactação do solo, escarificação e subsolagem

1. Introdução ao manejo do solo

O solo é o principal suporte da produção agrícola e, portanto, todas as práticas realizadas antes da implantação de determinada cultura têm significado especial. Assim, tudo que venha a melhorar as condições químicas, físicas e biológicas do solo, favorece o desenvolvimento das culturas, resultando em maiores lucros aos produtores.

A utilização contínua de máquinas, o pisoteio de animais e as intempéries, tais como a ocorrência de chuvas seguidas de períodos secos, favorecem o adensamento do solo podendo reduzir o desempenho produtivo das atividades agrícolas. Com o passar do tempo o espaço poroso do solo diminui, reduzindo capacidade de aeração e armazenamento hídrico, fazendo-se necessário a adoção de alguma medida corretiva. Neste momento acontece o preparo do solo, que tem por objetivo melhorar a distribuição física dos seus elementos constituintes, aumentando a capacidade de retenção de água e ar e favorecendo o melhor desenvolvimento radicular.

Recentemente tem ocorrido uma crescente preocupação dos pesquisadores e agricultores em preservar os recursos naturais, principalmente o solo e a água. Este fato tem proporcionado a substituição do preparo convencional do solo (aração e/ou gradagem) por outras operações que desagreguem menos o solo, mantendo maior quantidade de resíduos vegetais em sua superfície. Assim apareceram novas tecnologias, como por exemplo, o preparo reduzido do solo, com equipamentos denominados escarificadores.

Normalmente as máquinas projetadas para revolver o solo pelo método convencional tendem a enterrar os resíduos culturais, ou seja, atuando contra os princípios dos sistemas conservacionistas de preparo. Além da falta de manutenção de cobertura na superfície do solo, um outro aspecto existente quando se fala em preparo convencional é o aumento da compactação, decorrente do uso excessivo e inadequado das máquinas e implementos agrícolas. Neste aspecto, algumas melhorias têm sido observadas nos últimos anos no desenvolvimento de equipamentos para o preparo do solo.

A combinação de sistemas de preparo menos intensivos e a manutenção de resíduos na superfície do solo podem contribuir decisivamente para a sustentabilidade da agricultura.

Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola

Estudos demonstram que 20% de cobertura vegetal sobre a superfície é suficiente para reduzir as perdas do solo em 50%.

No que diz respeito à compactação do solo, o monitoramento da resistência mecânica à penetração ao longo do perfil do solo é de suma importância, pois permite localizar a camada compactada, e assim tomar a decisão mais correta sobre qual equipamento utilizar no momento do preparo. Quando da ocorrência de camadas compactadas, uma boa solução para a sua remoção é o uso de implementos de hastes, tais como os escarificadores e subsoladores.

2. Escarificadores e Subsoladores

São equipamentos que trabalham a superfície e a sub-superfície do solo para promover desagregação de camadas compactadas, a fim de facilitar a penetração de raízes das culturas, da água e do ar, para as camadas mais profundas do solo, sem incorporar a matéria orgânica.

A escarificação é a prática pela qual se rompe camadas adensadas e/ou compactadas formadas no interior do solo causada pelo tráfego intenso de máquinas, pisoteio animal e operações de preparo do solo, com uso de arados e grades, atuando em menor profundidade (até 30 cm). A escarificação também é uma operação de preparo do solo, na qual não ocorre a inversão de leivas.

Alguns autores separam a operação da subsolagem da escarificação, por meio da profundidade de trabalho. Para profundidades entre 5 e 15 cm tem-se a escarificação superficial; para valores de 15 a 35 cm, a escarificação profunda e para profundidades maiores que 35 cm, tem-se a subsolagem (podendo chegar à profundidade de até 1,0 m). É bom salientar que a profundidade não é a única e nem a principal diferença entre subsoladores e escarificadores (Figura 1). Os escarificadores podem ser considerados implementos para o preparo do solo, substituindo o arado e a grade, enquanto que os subsoladores são utilizados para romper camadas compactadas a profundidades maiores.



Fonte: Joper

(a)



Fonte: Baldan

(b)

Figura 1. Escarificador (a) e Subsolador (b).

Devido ao fato de trabalharem a profundidades maiores, os subsoladores são equipamentos que exigem alto consumo energético para sua utilização – provavelmente o maior entre as operações agrícolas, tornando sua operação mais onerosa. Por isso, é preciso ter certeza da necessidade de se fazer a subsolagem, o que pode ser feito observando o perfil do solo no local a ser trabalhado, com uso de penetrômetros ou penetrógraficos (Figura 2) ou por meio de análises físicas do solo, tais como teor de água, densidade e granulometria.



Fonte: LAMMA – UNESP/Jaboticabal

Figura 2: Penetrômetro eletrônico.

Os escarificadores são implementos agrícolas de hastes robustas, contendo ponteiras, presas a um chassi de duas ou três barras, que revolvem pouco o solo, sem destruir seus agregados. São equipamentos de uso relativamente recente entre os agricultores, que, entretanto, vêm apresentando sucesso junto aqueles que se preocupam em elevar a produtividade, evitando ao mesmo tempo a compactação do solo e a erosão.

Dentre as vantagens dos subsoladores estão a facilidade de penetração enquanto que suas limitações são relacionadas à alta demanda de potência por haste (exigem tratores com maior disponibilidade de potência), não devendo ser utilizado em solos com alto teor de água, pois isso resultará em elevado consumo horário de combustível, além de não proporcionar a correta desagregação do solo.

No caso dos escarificadores, as vantagens são: menor desagregação do solo em relação ao preparo convencional com o arados e grades; maior cobertura vegetal, deixando maior quantidade de resíduos de palha na superfície (cerca de 70%); quebra de camadas compactadas mais superficiais, que ocorrem nos solos mecanizados entre 10 e 25 cm de profundidade; aumento da infiltração e da capacidade de retenção de água no solo,

diminuindo sensivelmente os riscos de erosão pela menor desagregação do solo e pela proteção proporcionada pelos resíduos que ficam na superfície, bem como pela maior infiltração de água. Ressalta-se ainda que como o uso de escarificadores não existe a formação do chamado “pé-de-arado” ou “pé-de-grade”, possuindo maior rapidez do trabalho, em relação aos arados, economia de combustível, fácil regulagem e desenvolvimento da operação a campo.

Dentre as limitações, pode-se destacar o fato de serem impróprios para áreas com touceiras de gramíneas ou altamente infestadas com plantas daninhas, menor eficiência no controle de plantas daninhas, em comparação com os arados, e a pouca adequação para áreas novas, com grande presença de toco e raízes.

3. Constituição dos Escarificadores e Subsoladores

Basicamente os escarificadores e os subsoladores são constituídos por: chassi (barra porta-ferramentas), hastes, ponteiras e acessórios.

A barra porta-ferramentas, também denominada de chassi, é o local onde são fixadas as hastes, podendo apresentar formato de quadro ou angular (Figura 3). É importante que as hastes não sejam fixas para que, em função das condições operacionais, o espaçamento entre hastes possa ser variado. A distribuição das hastes (independentemente do tipo de chassi) deve ser feita de maneira que a haste que abre o primeiro sulco, não fique na mesma posição transversal que a haste que abrirá o segundo sulco paralelo. Desta forma há formação de um vão livre entre as hastes, de maneira que não haja acúmulo material, permitindo a ação da ponteira no solo.

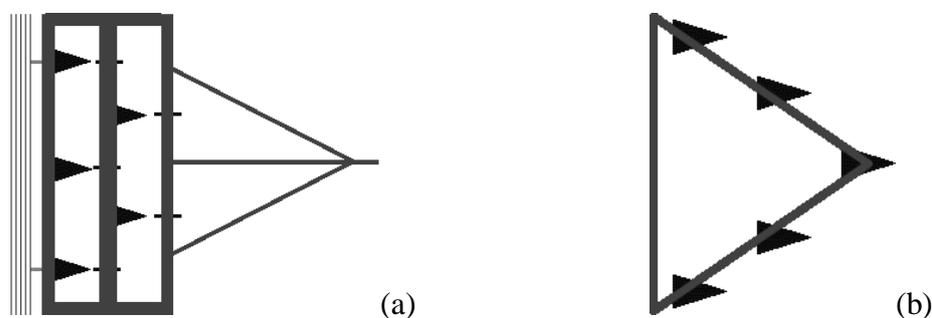


Figura 2. Formatos de chassi: quadro (a) e angular (b).

A haste constitui-se de uma barra de aço plana, com espessura entre 1 e 2 polegadas, equipados com molas tensoras ou dispositivos de segurança que se rompem com sobrecarga, sendo fixadas por meio de sistemas deslizantes, permitindo regulagem variável do espaçamento entre as mesmas. As hastes podem ter os seguintes formatos: Reta vertical: faz com o solo um ângulo a 90°; Reta inclinada: faz com o solo um ângulo de 30, 45 ou 60°; Curva e Parabólica (Figura 3). A exigência da demanda de potência do trator ou por haste diminui na sequência, iniciando-se pela haste reta, reta inclinada, curva e parabólica.

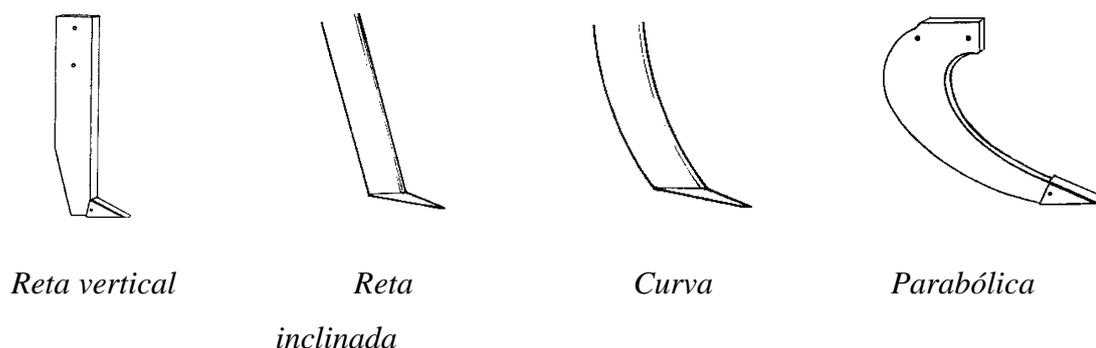


Figura 4. Tipos de hastes de escarificadores/subsoladores.

A ponteira é o órgão ativo dos subsoladores e dos escarificadores, esta se desloca sob a superfície do solo a frente da haste promovendo o seu rompimento. A largura da ponteira (Figura 4) determina a profundidade ideal de trabalho, deve se trabalhar na profundidade de cinco a sete vezes a largura da ponteira em uso, conforme a equação 1, ao se trabalhar em profundidade maiores que a aceitável não haverá o rompimento tridimensional do solo.

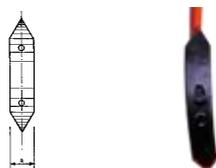


Figura 4. Detalhe da largura da ponteira.

$$P = (5 \text{ a } 7) \cdot b \quad (1)$$

P = Profundidade ideal de trabalho (cm).

b = Largura da ponteira (cm).

As ponteiros podem ser com ou sem asa (Figura 5). As ponteiros sem asa variam de quatro a oito centímetro de largura, devem possuir um ângulo de ataque entre 20 a 25°. As ponteiros com asa possuem largura acima de 8 centímetros, possibilitando o trabalho a maiores profundidades.

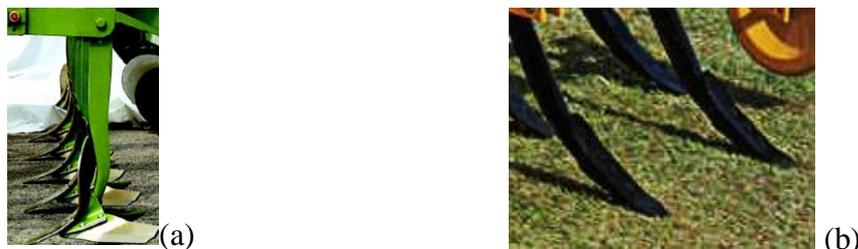


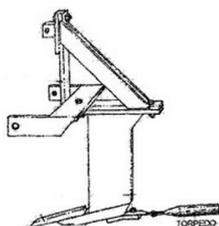
Figura 5. Ponteira com asa (a) e sem asa (b).

A regulagem de profundidade deve ser feita ajustando a altura das rodas de controle, estas podem ser de aço ou pneu. Nos subsoladores montados (acoplados ao sistema hidráulico de três pontos) a profundidade de trabalho deve ser regulada apenas pela roda limitadora de profundidade, liberando todo sistema hidráulico do trator, para evitar possíveis sobrecargas.

Os tipos mais comuns de escarificadores e subsoladores são os de arrasto e montados, porém, existem ainda os vibratórios, em que as hastes oscilam no sentido transversal por meio de um eixo excêntrico motriz montado no chassi e acionado pela TDP. Estes equipamentos reduzem o esforço de tração em mais de 30%, desde que a frequência de vibração da ferramenta coincida com as frequências naturais do solo.

Esses equipamentos podem apresentar também alguns acessórios (Figura 6), tais como:

- **Torpedo:** de formato tronco-cônico colocado na parte traseira inferior da haste do subsolador. Forma um túnel (galeria), funcionando como drenos subterrâneos em terrenos de várzeas, os quais podem permanecer de 7 a 8 anos. O diâmetro varia de 3 a 20 cm.
- **Discos de corte:** indicado para escarificadores e subsoladores com chassi quadrado ou retangular. É posicionado na frente das hastes para evitar embuchamentos em áreas com restos vegetais.
- **Rolo destorroador:** utilizado nos escarificadores, tem a função de destorroar e nivelar o solo, localiza-se atrás das hastes, substitui, em partes, a grade niveladora.



Fonte: Francisco Pinto

Torpedo



Discos de corte



Rolo destorroador

Figura 6. Acessórios dos escarificadores/subsoladores.

4. Operação e Regulagem

Para realizar a operação de maneira adequada, são necessárias algumas regulagens:

- **Profundidade de subsolagem:** deve ser escolhida em função da localização da camada compactada ou adensada no perfil do solo. Normalmente adota-se como profundidade de subsolagem, 5 a 10 cm abaixo da camada compactada, não devendo ultrapassar 5 a 7 vezes a largura da ponteira, o que é denominado profundidade crítica. Para profundidades maiores que a crítica, não ocorre aumento significativo de área mobilizada, causando, compactação do solo e ainda um aumento significativo da demanda de potência por hastes.
- **Número de hastes:** dependerá da disponibilidade de potência do trator para executar a tração, porém, a eficiência energética e operacional cresce com o aumento do número de hastes.
- **Espaçamento entre hastes:** é um parâmetro operacional muito importante, pois influi diretamente na largura de corte total do equipamento (número de hastes multiplicado pelo espaçamento entre hastes) que, por sua vez, é diretamente proporcional a capacidade de campo. Para um subsolador com ponteiras sem asas: espaçamento entre hastes na faixa de 1,0 a 1,5 vezes a profundidade de trabalho. Subsolador com ponteiras com asas: 1,5 a 2,0 vezes a profundidade de trabalho, conforme as equações (2) e (3):

$$Eha = (1 \text{ a } 1,5) \cdot P \quad (2)$$

$$Ehs = (1,5 \text{ a } 2) \cdot P \quad (3)$$

P = Profundidade de trabalho (cm)

E_{ha} = Espaçamento entre haste com ponteira com asa (cm).

E_{hs} = Espaçamento entre haste com ponteira sem asa (cm).

- **Velocidade de trabalho:** os valores adotados na prática para a operação de subsolagem estão na faixa de 2,0 a 6,0 km h⁻¹, porém, depende da unidade motora a ser utilizada. A capacidade de campo é influenciada pelo aumento e diminuição da velocidade.

As operações de subsolagem e escarificação exigem grande esforço na barra de tração, o que às vezes torna necessário a adição de peso (lastros) ao trator. Para uma adequada lastragem devem ser observados os limites de carga indicados pelo fabricante para cada medida de pneu, e, também as características do trator. Caso isso não seja observado poderá ocorrer: diminuição da capacidade de trabalho do trator; redução da velocidade; aumento do consumo de combustível; aumento da patinagem e o desgaste da banda de rodagem.

5. Referências

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. Barueri. Manole LTDA., 1990. 307p.

BALASTREIRE, L. A. **Agricultura de Precisão**. 1. ed. Piracicaba: L. A. Balastreire, 1998. v. 1. 70p.

MIALHE, L.G. **Manual de Mecanização Agrícola**. São Paulo: Ed.Ceres, 1974. 301p.