



## Equipamentos para o manejo do solo

*Evandro Chartuni Mantovani<sup>1</sup>*

A escolha e utilização dos equipamentos agrícolas, nos diferentes sistemas de manejo do solo, são dependentes do tratamento que se quer dar ao solo para exploração agrícola. Além disso, os requerimentos de energia nos sistemas de manejo do solo poderão definir a viabilidade econômica dos referidos sistemas.

Para que um equipamento seja utilizado racionalmente e eficientemente, é necessário conhecer o sistema de manejo de solo que ele vai atender, as características desejáveis que o solo deverá apresentar, a energia consumida e, também a sua capacidade efetiva de trabalho, (ha/h).

Dos diferentes sistemas de manejo de solo e suas características, utilizados, em diferentes regiões produtoras do mundo, podemos destacar a seguir :

1. **Sistema Convencional:** combinação de uma aração (arado de disco) e duas gradagens, feitas com a finalidade de criar condições favoráveis para o estabelecimento da cultura.
2. **Sistema Cultivo Mínimo:** refere-se à quantidade de preparo do solo, para criar nele condições necessárias a uma boa emergência e estabelecimento de planta.
3. **Sistema Conservacionista:** qualquer sistema de preparo do solo que reduza a perda de solo ou água, comparado com os sistemas de preparo que o deixam limpo e nivelado.
  - 3.1. **Plantio Direto:** método de plantio que não envolve preparo de solo, a não ser na faixa e profundidade onde a semente será plantada. O uso de picador de palha na colhedora automotriz é importante para uma melhor distribuição da palhada

<sup>1</sup> Eng. Agr., PhD, Mecanização Agrícola, Embrapa Milho e Sorgo Caixa Postal 151 CEP 35 701-970  
Sete Lagoas, MG.  
E-mail: [evandro@cnpms.embrapa.br](mailto:evandro@cnpms.embrapa.br)

na superfície do solo e as plantas daninhas são controladas por processos químicos.

**3.2. Escarificador:** tem a finalidade de quebrar a estrutura do solo a uma profundidade de 20-25 cm, através do arado escarificador, sem inversão da leiva, deixando o solo com bastante rugosidade e com uma apreciável quantidade de cobertura morta. Com isto, apresenta uma excelente capacidade de infiltração de água no solo.

**3.3. Camalhão:** pode-se fazer camalhões anuais e permanentes, sendo, em ambos os casos, usados para plantio de culturas em linha. Os melhores resultados deste sistema são em solos nivelados, mal drenados. Os camalhões podem ser construídos com arado de aiveca, sulcadores ou implementos próprios. O plantio é feito após reduzido preparo de solo. A conservação do solo apresentada neste sistema vai depender da quantidade de resíduo e direção das linhas de plantio. Plantio em curva de nível, juntamente com o acúmulo de resíduo na superfície reduz as perdas de solo.

### **Equipamentos agrícolas utilizados para o manejo da palhada**

Nos sistemas de produção onde o agricultor explora uma cultura anualmente, o picador de palha tem a finalidade de aumentar a rapidez de decomposição dos restos de cultura, melhorar a habilidade de o arado incorporá-lo e evitar embuchamento nas operações de plantio.

Nos sistemas de produção de duas culturas anuais, (inverno e verão) o volume de restos de cultura é maior e o tempo disponível para decomposição dos mesmos é menor; conseqüentemente, há necessidade de uma boa distribuição deste material no solo para maior facilidade das operações subseqüentes.

O material deve ser bem picado, para evitar embuchamento junto aos sulcadores das semeadoras. Caso seja adotado o sistema convencional de preparo do solo, os motivos para se usar o picador de palha são os mesmos descritos anteriormente. Se o sistema adotado for de plantio direto o uso do picador de palha trará como conseqüências à uniformização da palhada em toda a área, diminuindo a evaporação da água da superfície, e a melhoria da eficiência dos herbicidas.

Nos sistemas de exploração de culturas mecanizadas, esta etapa de picar palha, realiza-se durante a colheita, tendo-se vista que as colhedoras são geralmente providas de um picador de palha, posteriormente sendo esta palha distribuída na superfície do solo, Mesmo assim, para cultura do milho, haverá necessidade de uma operação complementar para picar melhor a palha, pois, somente uns 30% da palhada passa por dentro da colhedora. Para tanto, pode-se utilizar uma roçadeira ou de um picador de palha. Para outras culturas, tais como soja, trigo e arroz a necessidade da operação complementar vai depender da altura do corte da colhedora. Caso a colheita seja feita com a barra de corte bem próxima ao solo e com colhedora equipada com picador de palha, esta operação será dispensada.

Para o caso de não utilização de colhedoras com picadores e há necessidade de manejar outras culturas de cobertura, pode-se usar triturador, roçadora ou um rolo-faca. Tanto o triturador quanto a roçadora promovem uma fragmentação excessiva, recomendada apenas quando há grande quantidade de massa vegetal e quando se utiliza semeadoras com espaçamento entre linhas reduzido (menor que 50cm). O rolo faca realiza o acamamento e o corte total ou parcial do material, dependendo de suas características construtivas. Como a palha não é muito picada, a decomposição dos resíduos é mais lenta, no entanto, sua eficiência depende do tipo de cobertura vegetal, do desenvolvimento da planta na

época do manejo, da umidade do solo e da regularidade da sua superfície.

### **Equipamento para Preparo do Solo.**

O nosso sistema convencional de preparo de solo consiste de uma aração com arado de disco e duas gradagens com grade (destorroadora e niveladora).

Para as culturas anuais, as grades pesadas vinham sendo bastante utilizadas, por promoverem maior rendimento por hectare, devido às altas velocidades de trabalho e pela habilidade de trabalhar nos solos, recém desmatados, onde o sistema radicular da vegetação traz sérios problemas para os arados.

Tem sido verificado que a medida que se aumenta a área da propriedade, há uma preferência pela grade aradora em detrimento do arado de disco, conforme é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuição percentual do uso do Arado de Disco e da Grade Pesada por extrato de áreas no município de Ituiutaba, MG.

Área (ha)	Arado de Disco	Grade Aradora
0-50	34	16
51-100	100	0
101-200	75	25
201-500	25	75
501-1000	0	100

Fonte: Gois(1993)

Esta tendência é confirmada por Melo Filho & Richetti (1998) que, em levantamento realizado no MS, verificaram que a grade pesada é usada por 57,32% dos produtores entrevistados enquanto que o arado de discos, é utilizado por apenas 5,10% dos produtores. A maior preferência pela grade aradora ou grade pesada pode ser atribuído a seu maior rendimento de trabalho e menor consumo de combustível (Tabela 2)

Uma desvantagem da grade aradora é que provoca grande pulverização do solo. Além disso, o uso da grade continuamente, no verão e na safrinha, por anos sucessivos, pode provocar a formação do "pé-de-grade", uma camada compactada logo abaixo da

profundidade de corte da grade, a 10-15 cm. Essa camada reduz a infiltração de água no solo, o que, por sua vez, irá favorecer maior escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão do solo e a redução da produtividade do milho safrinha (DeMaria & Duarte, 1997; DeMaria et al., 1999) e do milho na safra normal (Cruz, 1999).

**Tabela 2.** Consumo de combustível e rendimento de diferentes implementos de preparo do solo.

Equipamento	Consumo de combustível		Rendimento
	l/ha	Relativo(%)	ha/hora
Arado de discos	25,7	(100)	0,40
Grade pesada	13,8	(54)	0,90
Escarificador A	17,1	(67)	0,83
Escarificador B	20,2	(79)	0,78
Escarificador C	17,1	(68)	0,87
Escarificador D	20,6	(81)	0,70

Fonte: Hoogmoed e Derpsch, 1985 citados por Derpsch, et al., 1991.

A incorporação de corretivos e, esporadicamente, de fertilizantes a menores profundidades, com a grade aradora, associada à existência de uma camada compactada logo abaixo, vai estimular o sistema radicular das culturas a permanecer na parte superficial do solo. A planta passa a explorar, portanto, menor volume de solo e fica mais vulnerável a veranicos que porventura ocorram durante o ciclo da cultura, podendo causar prejuízos ao agricultor (Castro, 1989, DeMaria et al., 1999).

Devido a dificuldades técnicas encontradas no uso dos arados de aiveca, fabricados no País, para tração mecânica, os mesmos vinham sendo mais utilizados para tração animal. Entretanto, nos últimos anos, alguns fabricantes começaram a se interessar por este tipo de arado, e com isso alguns modelos tem sido disponibilizado no mercado, no sentido de melhorar a resistência dos materiais utilizados neste arado, mecanismos de segurança contra quebra dos mesmos e também, a largura de trabalho, para colocá-lo apto à tração mecânica nestas regiões.

Na década de 90, o arado escarificador, disponibilizado para agricultura brasileira compõe mais um sistema conservacionista, de manejo do solo.

Basicamente, estes três tipos de arados têm as seguintes características:

- **Arado de disco:** é recomendados para solos duros, com raízes e pedras, solos pegajosos abrasivos e solo turfosos.
- **Arado de aiveca:** promove incorporação de resíduo e boa pulverização do solo, sob condições ideais. Apresenta diferentes tipos de aiveca de acordo com o tipo de solo.
- **Arado escarificador:** aumenta a rugosidade do solo, deixando uma apreciável quantidade de cobertura morta e também quebra a estrutura do solo a uma profundidade de 20 a 25 cm. Com estas três características, este sistema aumenta a capacidade de infiltração de água no solo, diminui a evaporação e quebra a camada compactada, abaixo da área de preparo de solo, denominada "pé de arado".

As enxadas rotativas, como uma outra alternativa de manejo do solo, apresentam uma característica de preparo bastante conhecida: pulverização do solo.

Apresenta possibilidade de regulagens, tanto na rotação das enxadas, como também no tamanho de torrão que se quer obter. Tem seu uso bastante aconselhado para os trabalhos em horticultura, devido às exigências do plantio, onde as sementes utilizadas são de tamanho muito reduzido. Geralmente, é desaconselhado seu uso em solos localizados em regiões declivosas, pois a quebra da estrutura do agregado poderá favorecer os processos de erosão.

### **Requerimento de Energia**

Os requerimentos de energia das operações de manejo de solo são dependentes do tipo de solo e do tratamento que o solo sofreu anteriormente. Valores de consumo de energia das diferentes operações com implementos foram obtidos na Tabela 3 para os solos de alta, média e baixa resistência à tração. Os esforços de tração para os três tipos de solos, foram convertidos para energia na barra de tração (Kwh/ha). A energia na tomada de potência, TDP (Kwh/ha), foi calculada, usando-se uma eficiência tratora entre 50% e 70%, dependendo do tipo e condições do solo. O consumo de combustível foi calculado, usando-se uma estimativa de consumo de 2,46 TDP Kwh/l de diesel.

**Tabela 3.** Requerimento de energia e consumo de combustível para as diferentes operações de preparo de solo e plantio.

	Classificação de Resistência do Solo à Tração					
	Baixa		Média		Alta	
	TDP Kwh/ha	1/ha	TDP Kwh/ ha	1/ha	TDP Kwh/ ha	1/ha
1. Picador de Palha	18,5	7,5	18,5	7,5	18,5	7,5
2. Arado (disco ou aiveca)	33,2	13,1	53,5	21,5	73,8	30,0
3. Arado escarificador	22,2	8,9	35,1	14,0	48,0	20,0
4. Grade (em palha)	9,2	3,7	9,2	3,7	9,2	3,7
5. Grade (gradagem convencional)	11,1	4,7	12,9	5,1	14,8	6,1
6. Máquina para camalhão	33,2	13,1	40,6	16,4	48,0	19,7
7. Cultivador	11,4	4,7	23,1	9,4	35,1	14
8. Plantadora (plantio convencional)	9,2	3,7	11,4	4,7	13,8	5,6
9. Plantadora (plantio direto)	9,6	4,2	12	4,7	15,7	6,6
10. Enxada rotativa	3,7	1,4	5,5	2,3	7,4	2,8
11. Cultivador (plantio convencional)	4,6	1,9	5,9	2,5	7,9	3,3
12. Cultivador (plantio direto)	6,1	2,3	7,9	3,3	10,5	4,2

Para efeito comparativo de consumo de energia nos diferentes sistemas de manejo de solo, Gunkel et al 1976 mostram que a equivalência em diesel dos herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas é de 66 Kwh/kg de ingredientes ativo (i.a.) no seu meio de dispersão. Wittmus e Lane, 1973, estudando o conteúdo de energia no óleo diesel, mostraram que esta relação é de 11,35 Kwh/l, sendo que 5,82 de óleo diesel equivalem a 1kg do ingrediente ativo do herbicida.

Adoção de qualquer sistema de manejo do solo pelo agricultor é dependente do consumo de energia do sistema e do conhecimento das características dos implementos agrícolas utilizados. A Tabela 4 mostra uma comparação de consumo de combustível entre os sistemas Convencional e Plantio Direto, para um solo de resistência média.

Iniciado nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, em 1970, e com o processo de adoção pelos agricultores a partir de 1976, o Plantio

**Tabela 4.** Consumo de combustível (l/ha) para as diferentes operações de campo nos sistemas Convencional e de Plantio Direto, em solos de resistência média à tração.

Sistemas de Manejo e operações de campo	Diesel requerido (l/ha)
<b><i>Plantio Convencional (1)</i></b>	
Picagem de Palha	7.5
Aração	21.5
1ª gradagem	5.1
Aplicação de Herbicida (ALACHLOR = 2,4 kg/ha - ATRAZINE = 1,5 kg/ha)	22.69
2ª gradagem	5.1
3ª gradagem	5.1
Plantio	4.7
Total	71.69
<b><i>Plantio Convencional (2)</i></b>	
picagem de Palha	7.5
Aração	21.5
1ª gradagem	5.1
2ª gradagem	5.1
Plantio	4.7
1º cultivo	9.4
2º cultivo	9.4
Total	62.7
<b><i>Plantio Direto</i></b>	
1ª pulverização (0,4 kg/ha) PARAQUAT	2.528
2ª pulverização (2,4 kg/ha) ALACHLOR	13.986
(1,5 kg/ha) ATRAZINE	8.73
Plantio	4.7
Total	29.726

Direto está hoje sendo adotado e adaptado a quase todas as regiões do Brasil. Segundo levantamento da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (Febrapdp), na safra 90/91, apenas 1 milhão de hectares eram cultivados com o sistema. Dois anos depois, em 92/93, a área dobrou e, em 1994, atingia três milhões de hectares, alcançando hoje, cerca de 12 milhões de hectares, incluindo tanto grandes como médios e pequenos produtores, dentre estes os que utilizam tração animal, e expandindo-se em todo o território nacional (Técnicos, 2000). Os estados do Rio Grande do Sul e Paraná e a região dos Cerrados são os locais de maior expansão dessa técnica, que hoje é aplicada não só nas culturas de soja e milho, mas também de feijão, sorgo, arroz, trigo, cana-de-açúcar e pastagens, além das aplicações de pré-plantio para florestas, citrus e café (Frutos da terra, 2000).

### **Bibliografia Consultada**

- CASTRO, O. M. de. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas : Fundação Cargill, 1989. 41p. (Fundação Cargill. Série Técnica, 3).
- CRUZ, J. C. **Effect of crop rotation and tillage systems on some soil properties, root distribution and crop production**. 220 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - Purdue University, 1982.
- CRUZ, J. C. No plantio direto o milho é o melhor. **Cultivar**, Pelotas, v.1, n. 8, p. 28-29, 1999.
- CRUZ, J. C.; PERREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G. e; PEREIRA, F. T. F.; CORRÊA, L. A. **Cultivares de milho no mercado de sementes de milho no Brasil no ano 2000**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 33 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documento, 4)
- CRUZ, J. C. Manejo de solos em sucessão de culturas. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA". 5., 1999, Barretos. **Anais...** Campinas: IAC, 1999. p. 39-49.
- DeMARIA, I.C.; DUARTE, A.P. Sistemas de preparo do solo e sucessão de culturas para implantação e desenvolvimento do milho «safrinha» . In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO «SAFRINHA». 4., 1997, Assis. **Anais**. Campinas: IAC/CDV, 1997. p.71-80.
- DeMARIA, I.C.; DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H.; PECHE FILHO, A. ; POLISINI, G. Caracterização de lavouras de milho «safrinha» no Vale do Paranapanema. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO «SAFRINHA». 5., 1999, Barretos. **Anais...** Campinas: IAC, 1999. p. 229-238.
- DERPSCH, R. **Rotação de culturas**; plantio direto e convencional. São Paulo: Ciba- Geigy, 1986. n.p.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)/Londrina: IAPAR, 1991. 272 p. (Sonderpublikation der GTZ,n.245)
- DUARTE, A.P. Como fazer uma boa Segunda safra. **Cultivar**, Pelotas, v. 3, n. 25, p.10-18, fev. 2001.
- FRUTOS DA TERRA. São Paulo: Monsanto, v.4,n.14, 2000.
- GRIFFITH, D.R.; PARSONS,S.D. **Energy requirements for various tillage-planting systems**. West Lafayette: Purdue University/Cooperation Extension Service,1980. 8 p. (Leaflet,ID-141)

INDICADORES DA AGROPECUARIA. Brasília: CONAB, v. 9, n.10, out. 2000.

MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.147, p. 52-55, mar. 1987.

MANTOVANI, E.C. Compactação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.147, p. 56-63, mar.1987.

MELO FILHO, G. A. de ; RICHETE, A. **Perfil sócio-econômico e tecnológico dos produtores de soja e milho de Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 57 p. (EMBRAPA-CPAO.Documentos, 15)

RICHEY, C.B.; GRIFFITH, D.R.; PARSONS, S.D. Yield and cultural nergy requirements for corn and soybean with various tillage-planning systems. **Avances in Agronomy**, New York, v. 29, p.141-81,1977.

RUEDELL, J. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M.T.B. da (Coord.) **A soja em rotação de culturas no plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP-FECOTRIGO, 1998. cap.1, p.1-34.

TECNICOS e agricultores discutem os rumos do PD no terceiro milênio. **A granja**, Porto Alegre, v.56, n.619, p.64-65, 2000.

## Comunicado Técnico, 76

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Milho e Sorgo**  
Caixa Postal 151 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: 0xx31 3779 1000  
Fax: 0xx31 3779 1088  
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

## Comitê de Publicações

## Expediente

**Presidente:** Ivan Cruz  
**Secretário-Executivo:** Frederico Ozanan Machado Durães  
**Membros:** Antônio Carlos de Oliveira, Arnaldo Ferreira da Silva, Carlos Roberto Casela, Fernando Tavares Fernandes e Paulo Afonso Viana

**Supervisor editorial:** José Heitor Vasconcellos  
**Revisão de texto:** Dilermando Lúcio de Oliveira  
**Editoração eletrônica:** Tânia Mara Assunção Barbosa