

TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO

EFEITOS NA FERTILIDADE E NA CONSERVAÇÃO DO SOLO, NAS ERVAS DANINHAS E NA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA



EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

CNPAF

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO

Goiânia, GO

TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO

EFEITOS NA FERTILIDADE E NA CONSERVAÇÃO DO SOLO, NAS ERVAS DANINHAS E NA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

*Lucien Seguy
João Kluthcouski
José Geraldo da Silva
Fernando Naves Blumenschein
Fernando Maida Dall'Acqua*



EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

CNPAF

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO

Goiânia, GO

Comitê de Publicações

Ricardo José Guazzelli (Presidente)
Gerson Pereira Rios
João Kluthcouski
Silvio Steinmetz

Fotografia

Antonio Pereira da Silva Filho
Lauro Pereira Mota

Editoração

Marina de L. Biava (Coordenação)
Pedro Ferreira da Costa
Gilson Dias de Oliveira
Claudeci Alexandre da Silva

Exemplares deste documento devem ser solicitados ao

Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
Setor de Publicações
Caixa Postal 179
74.000 Goiânia, GO

1ª impressão 1984

2ª impressão 1990

Tiragem: 1.000 exemplares

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO.

Técnicas de preparo do solo; efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água, por Lucien Seguy e outros. Goiânia, 1984.

p. (EMBRAPA - CNPAF. Circular técnica, 17)

Colaboração: João Kluthcouski, José Geraldo da Silva, Fernando Naves Blumenschein e Fernando Maida Dall'Acqua.

1. Solos - Técnicas - Efeitos. I. Seguy, Lucien, colab. II. Kluthcouski, João, colab. III. Silva, José Geraldo da, colab. IV. Blumenschein, Fernando Naves, colab. V. Dall'Acqua, Fernando Maida, colab. VI. Título. VII. Série.

APRESENTAÇÃO

A ciência do solo é complexa e desafiante, e a pesquisa, num primeiro passo, tem procurado descobrir e corrigir, em bases econômicas, as deficiências nutricionais dos solos, visando melhorar as colheitas. A experiência tem mostrado que os adubos e corretivos melhoram os rendimentos das culturas até certo nível e que o manejo contínuo e inadequado dos solos tem afetado negativamente a sua fertilidade, além de expor as culturas a um maior risco, em caso de ocorrência de estiagens. Além disso, na maioria dos solos brasileiros, a erosão na camada arável tem sido cada vez mais preocupante - milhões de toneladas de solo fértil são arrastadas anualmente, comprometendo seriamente sua fertilidade. O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) vem se dedicando à avaliação de práticas culturais, dentro de diferentes sistemas agrícolas, que permitem melhorar e conservar a fertilidade dos solos; reduzir o uso de produtos químicos, visando melhorar o rendimento das culturas. É evidente que as discussões e recomendações aqui enumeradas representam o início de uma pesquisa sobre preparo do solo, que visa buscar alternativas econômicas aos produtores.

ALMIRO BLUMENSCHIEIN
Chefe do CNPAF

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	CARACTERIZAÇÃO DE IMPLEMENTOS	8
3	AVALIAÇÃO DE QUATRO TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO	13
4	EFEITOS DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO	21
5	PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A REGULAGEM DE ARADOS DE DISCOS E DE AIVECAS	23
6	ASPECTOS ECONÔMICOS SOBRE OS DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DO SOLO.	24

TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO

EFEITOS NA FERTILIDADE E NA CONSERVAÇÃO DO SOLO, NAS ERVAS DANINHAS E NA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

*Lucien Seguy*¹

*João Kluthcouski*²

*José Geraldo da Silva*²

*Fernando Naves Blumenschein*²

*Fernando Maida Dall'Acqua*³

1. INTRODUÇÃO

O preparo adequado do solo é indispensável para se obter uma boa plantação.

Desde o surgimento dos primeiros implementos para o preparo do solo, há muitos séculos, a comunidade tem-se preocupado em melhorá-los. Os avanços, contudo, têm sido orientados mais no sentido de aumentar a capacidade de trabalho dos conjuntos e raramente no sentido de aperfeiçoar a técnica de preparo do solo visando, entre outros, obter melhor conservação do solo. Foi assim que, dos arados fixos em madeira, mudou-se para os de aiveca fabricados com materiais mais resistentes, posteriormente para os de disco, com o propósito de efetuar cortes giratórios no solo e, finalmente, para as grades aradoras por permitir o preparo de maiores áreas, em uma mesma unidade de tempo. Nesta evolução não se preocupou em medir os efeitos

¹ Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador do Institut de Recherches Agronomiques Tropicales (IRAT), Consultor no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF).

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Pesquisador do CNPAF.

³ Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesquisador do CNPAF.

da utilização dos diversos implementos nas características físicas, químicas e de conservação dos solos, na incidência de plantas daninhas, nem nos rendimentos das culturas. É evidente que cada um dos implementos existentes no mercado tem sua finalidade, desde que esta utilização seja de forma adequada e ordenada, além da necessidade de boa regulagem. As diferenças entre um e outro preparo do solo têm, ultimamente, despertado grande interesse por parte da pesquisa, tendo em vista que determinadas técnicas de preparo têm se mostrado muito eficientes no controle das invasoras, além de outros benefícios.

O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), da EMBRAPA, tomou a iniciativa de quantificar os efeitos e enumerar as vantagens e desvantagens de quatro técnicas de preparo do solo, tanto do ponto de vista agrônômico como econômico. Nesta primeira fase, dentro de um sistema agrícola intensivo e de longo prazo, procurou-se identificar os efeitos das técnicas de preparo sobre as características do solo, a melhoria e conservação da fertilidade do solo e a incidência de invasoras. Utilizaram-se solos onde foram realizados seis cultivos consecutivos, de baixa fertilidade e com alta incidência de plantas invasoras.

2. CARACTERIZAÇÃO DE IMPLEMENTOS

Nos tempos mais antigos, as tarefas de preparo do solo eram realizadas por equipamentos rústicos, confeccionados em madeira, traçados por homens ou animais, apresentando, portanto, baixa capacidade de realização de trabalho. Com o passar dos anos, criaram-se novos equipamentos, em busca principalmente de maior eficiência de campo de adequação aos vários tipos e condições de solos. Surgiram, inicialmente, os arados de aivecas, seguidos pelos de discos, grades aradoras e de acabamento e as enxadas rotativas. Esses implementos apresentam características estruturais e funcionais diferentes, mas todos possuem a mesma finalidade que é o revolvimento e/ou nivelamento do solo.

Neste documento, serão caracterizados os principais implementos comumente utilizados para o preparo do solo (Fig. 1).

O **ARADO DE AIVECA** é o mais antigo implemento fabricado para a realização do preparo do solo. No Brasil, esse implemento é mais destinado à tração animal, talvez porque nem a indústria nem o produtor tenha sido despertado para suas reais qualidades, no que tange à tração por trator. Nas condições normais de trabalho, o arado de aiveca apresenta vantagens sobre os demais, pois realiza o tombamento das leivas com maior eficiência, proporcionando maior estabilidade aos agregados do solo, melhor incorporação dos resíduos de colheita e, conseqüentemente, melhor controle das ervas daninhas.

Além disso, para uma mesma condição de trabalho, o arado de aiveca exige menor esforço de tração que os de discos, pelo fato de ser mais leve, apesar de provocar maior atrito com o solo.

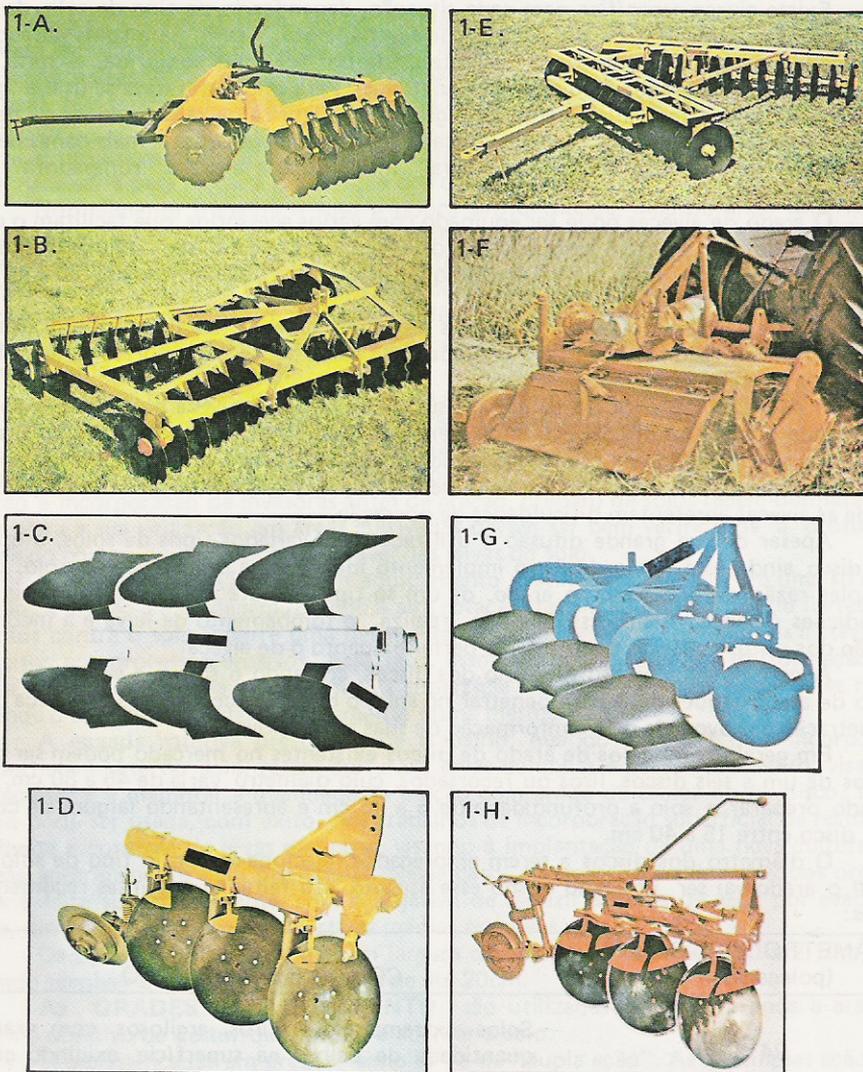


FIG. 1 – Principais equipamentos utilizados para o preparo do solo.

1-A Grade aradora
 1-B Grade destorroadora ou em "X"
 1-C Arado reversível de aivecas
 1-D Arado fixo de discos

1-E Grade niveladora ou em "V"
 1-F Enxada rotativa
 1-G Arado fixo de aivecas
 1-H Arado reversível de discos

Existe aiveca específica para cada situação, dependendo do tipo do solo, da sua condição de umidade e da necessidade de tombamento. Assim, para solos pesados é recomendada aiveca "rompedora" caracterizada por ser mais comprida, estreita, de pouca curvatura e grande facilidade de penetração. Para solos leves deve-se usar a "pulverizadora", que é mais curta, larga, com grande curvatura e baixa capacidade de penetração. A aiveca "recortada" é mais indicada para solos pegajosos. A mais comumente encontrada no mercado é a de "uso geral" intermediária entre a "rompedora" e a "pulverizadora".

O arado de aivecas pode ser equipado com vários acessórios, que facilitam o corte vertical do solo e evitam embuchamentos. De um modo geral, são comuns arados de tração mecânica, de uma a quatro aivecas que trabalham a profundidade de 20 a 40 cm e com largura de corte entre 20 a 200 cm.

Apesar das características favoráveis desse implemento, ele possui limitações de uso, não sendo recomendado para o preparo de solos pedregosos, turfosos, arenosos, pegajosos e recém-desmatados.

O ARADO DE DISCOS surgiu em substituição ao de aiveca e teve como ponto de partida a grade de discos. É o implemento de preparo de solo mais usado no Brasil, devido a sua facilidade de confecção e melhor adaptação aos variados tipos de solos. Foi construído para ser usado em solos secos, duros, pegajosos, com raízes e pedras, onde as aivecas apresentam dificuldades de operação.

Apesar de sua grande difusão e utilização nos variados tipos de solos, o arado de disco ainda está longe de ser o implemento ideal para a preparação do solo, pela simples razão de que nenhum arado, de um só tipo executa trabalhos favoráveis em condições diversas. Além disso ele não realiza o tombamento da leiva e a incorporação dos restos culturais de forma tão perfeita quanto o de aiveca.

Apesar do movimento giratório dos discos, cortando o solo e a vegetação, esse tipo de arado requer peso para penetra no solo, o que não acontece no de aiveca cuja penetração é provocada pela conformação de suas partes ativas.

Em geral, os modelos de arado de discos existentes no mercado podem ser providos de um a seis discos, lisos ou recortados, cujo diâmetro varia de 45 a 80 cm, podendo preparar o solo a profundidade de 5 a 40 cm e apresentando largura de corte por disco entre 15 a 40 cm.

O diâmetro dos discos a serem empregados relaciona-se com o tipo de solo no qual o arado vai ser utilizado e, sob esse aspecto, são feitas as seguintes recomendações:

DIÂMETRO DOS DISCOS (polegadas)	CONDIÇÕES PARA USO
24	— Solos extremamente duros, argilosos, com grande quantidade de palhas na superfície, exigindo grande poder de penetração.
26	— Solos duros, argilosos ou argilo-arenosos, com abundância de raízes.
28	— Solos de consistência mediana, arenosos, de penetração relativamente fácil.
30	— Aplicados em arações profundas, em solos de consistência média. Para solos pesados, compactados, seu emprego exige peso adicional no arado.

GRADE - ARADORA é um implemento destinado à preparação do solo, realizando, em uma mesma operação, a aração e a gradagem.

As partes ativas desse implemento são formadas por discos montados em eixo vertical, que giram em ângulo, com a linha de tração assemelhando-se à "grade de acabamento".

É um implemento que possui uma estrutura pesada (geralmente superior a 1.000 kg), necessária para forçar a penetração dos discos no solo.

Normalmente trabalha o solo a pouca profundidade, incorporando superficialmente os resíduos orgânicos e sementes de invasoras. A profundidade de penetração no solo está em função do peso do implemento, do diâmetro dos discos e do seu ângulo formado com a linha de tração. O corte pouco profundo pode ocasionar, com o uso contínuo desse implemento, a formação de camadas compactas superficiais ou pé de grade, altamente prejudicial à penetração da água e das raízes, favorecendo, conseqüentemente, a erosão do solo.

Nos tipos mais comuns, a largura do corte varia de 1,20 a 2,60 cm que, associada ao grande peso desse implemento, exigirá grande esforço de tração.

Entretanto, é um implemento com grande capacidade de trabalho e com uso bastante recomendado para a incorporação dos resíduos orgânicos após a colheita, trituração e incorporação de invasoras antes da aração, preparo de solos recém-desmatados, etc. Para a sua utilização em áreas cultivadas devem ser bem verificados a profundidade do corte e o reviramento favorável das leivas do solo.

ENXADA ROTATIVA é um equipamento destinado a realizar, em uma só operação, a aração e a gradagem. Devido à alta rotação das enxadas, provocando fortes impactos contra o solo, ocorre uma desintegração dos agregados, tornando-os instáveis e sujeitos aos processos erosivos. Esse fato, associado à possibilidade de formação de uma camada impermeável próxima à superfície do solo, faz com que não se recomende o uso contínuo desse implemento numa mesma área.

A enxada rotativa presta grande trabalho, quando utilizada para incorporar, superficialmente no solo, restos culturais, ervas daninhas e para acabamento, visando a facilitar e a melhorar a qualidade da aração com arado de aiveca ou de disco. Também pode ser usada, com êxito, nos trabalhos de incorporação superficial de restos de colheita e controle de ervas daninhas, visando à implantação de uma nova cultura em áreas anteriormente bem preparadas. Nesse caso, a incorporação dos resíduos orgânicos é feita superficialmente, com o objetivo de reduzir a perda de água por evaporação, diminuindo os riscos das curtas e médias estiagens.

Os tipos mais comuns possuem largura de corte que varia de 1,20 a 2,10m, podendo revolver o solo a profundidades de até 20cm.

As **GRADES DE ACABAMENTO** são utilizadas geralmente após a aração, com o objetivo de destorroar, nivelar e adensar o solo.

São classificadas em grades "simples" e de "dupla ação". As de simples ação são constituídas de dois conjuntos de discos dispostos lado a lado. As de dupla ação possuem quatro conjunto, formando duas parelhas.

Basicamente, existem dois tipos de grades de dupla ação: a "destorroadora" e a "niveladora". A destorroadora possui conjuntos de discos dispostos em forma de "X" (TANDEM) e deve ser usada após a aração. Na niveladora, os conjuntos são montados em forma de "V", devendo ser usada antes do plantio. Os tipos mais comuns de grades, tanto a destorroadora como a niveladora, possuem de 26 a 48 discos, com os bordos lisos ou recortados, com diâmetros que podem variar de 18 a 22 polegadas.

Esses equipamentos não são úteis apenas após a aração, podendo ser usados também nas seguintes condições:

- antes da aração, para picar o material existente na superfície;
- para destruir ervas daninhas no estágio inicial de desenvolvimento, principalmente em culturas perenes, tais como pomares, cafezais, etc.; e
- para o enterrio de sementes, adubos ou corretivos distribuídos a lanço.

De um modo geral, os implementos anteriormente citados constituem as principais ferramentas para a realização do preparo do solo. Outros também podem ser usados com êxito na execução da operação de preparo e conservação do solo, como os rolos-facas, as grades de dentes e de molas, pranchões niveladores, sub-soladores, etc.

3. AVALIAÇÃO DE QUATRO TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO

Quatro técnicas diferentes de preparo do solo são descritas, discutindo-se seus efeitos sobre a estruturação do perfil ou camada arável do solo no controle das invasoras e suas conseqüências sobre o armazenamento d' água e erosão superficial.

Técnica 1 - Preparo do solo com duas gradagens com grade aradora em solo seco.

Esta técnica, usando trator de grande potência (acima de 75 HP) e grade pesada, representa, atualmente, o preparo convencional utilizado pela maioria dos agricultores brasileiros, que visa obter alto rendimento, permitindo o preparo de grande extensão de área durante a época seca com reduzido número de equipamentos adaptados às áreas recém-desmatadas, onde não se efetuou o deslenhamento sistemático (ancinho desenraizador).

O perfil da camada arável do solo, criado a partir de uma trincheira, mostra os seguintes aspectos:

1. 1. **A nível de estrutura:** o horizonte preparado é muito superficial, da ordem de 10 a 15 cm de profundidade (Fig. 2-A); a estrutura criada apresenta-se muito fina e frágil (Fig. 2-B). Nota-se a presença de uma nítida descontinuidade física entre o perfil preparado e o solo imediatamente abaixo, materializada pela presença de uma camada endurecida, com pouca permeabilidade, com 3 a 4 cm de espessura (Fig. 2-C). Nesse tipo de preparo é necessária uma gradagem leve antes do plantio, o que acarretará maior pulverização da estrutura do solo, altamente prejudicial à sua conservação. Esta estrutura fina, pulverizada e frágil é muito sensível às chuvas mais fortes, facilitando o escorrimento da água e a erosão superficial, em detrimento da infiltração vertical (Fig. 2-D). A medida em que a freqüência das chuvas aumenta, o processo de escorrimento e a erosão superficial são favorecidos; a desestruturação aumenta, facilitando o endurecimento do horizonte preparado durante os períodos sem chuvas e resultando na formação de uma estrutura endurecida (pé-de-grade) que, dentre outros problemas, estrangula o sistema radicular da cultura (Fig. 2-A e 2-B).

Este processo de endurecimento, aliado a um enraizamento muito superficial, é um dos fatores que concorrem para aumentar a sensibilidade das culturas à deficiência hídrica (veranico).

1. 2. **A nível do desenvolvimento das invasoras - o preparo superficial, à base de implementos com discos, coloca as sementes das invasoras perto da superfície, em condições ideais de germinação, gerando uma proliferação imediata a partir das primeiras chuvas (Fig. 2-E), o que implica na utilização de herbicida ou de diversas capinas manuais. Além disso, os restos culturais, muitas vezes em grande volume (palha de arroz, milho), são colocados numa posição horizontal, em contato com pequeno volume de solo preparado, gerando más condições para a decomposição. Isso causa uma acentuada deficiência de nitrogênio para as culturas, sendo, também, um obstáculo para o desenvolvimento radicular.**

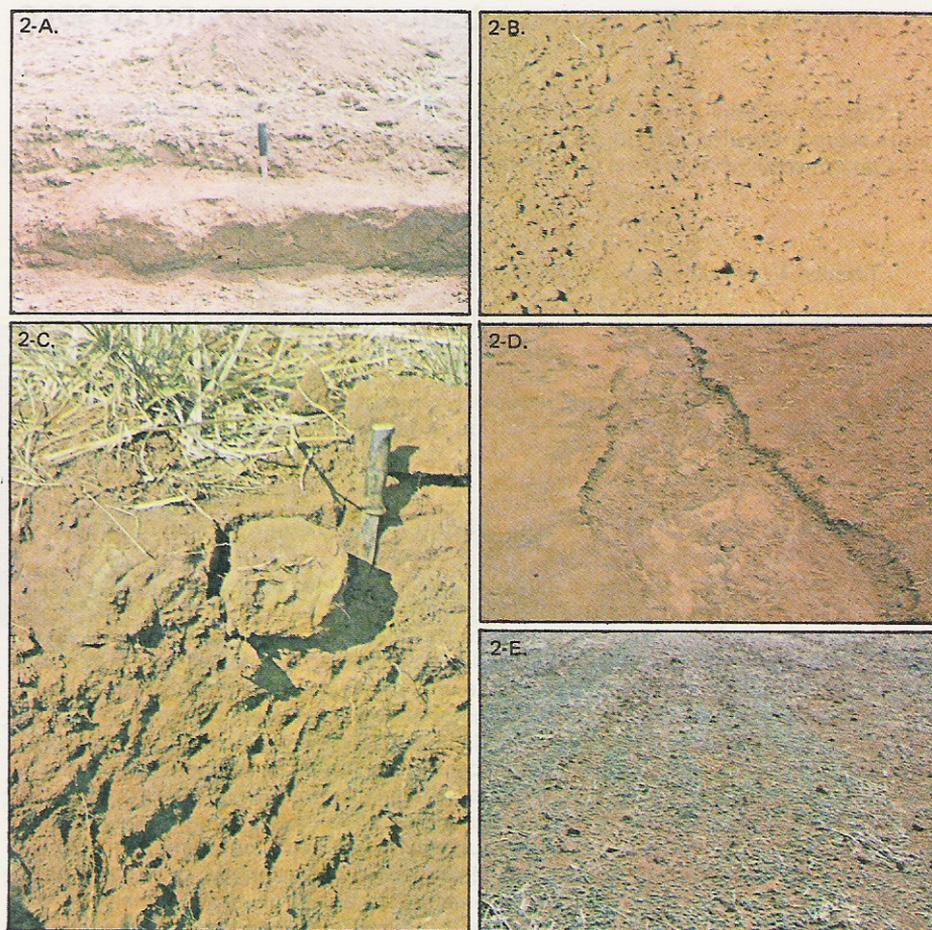


FIG. 2 – Aspectos de um solo preparado com grade aradora.

- 2-A. Perfil preparado muito superficial (10 a 15 cm de profundidade), mostrando a camada endurecida logo abaixo.
- 2-B. Pulverização do solo devido à quebra de sua estrutura, facilitando a ação da erosão.
- 2-C. Torrões de solo provenientes da compactação provocada pelo uso excessivo e contínuo de implementos para o preparo superficial do solo.
- 2-D. Erosão laminar devido à pouca infiltração de água no solo - preparo superficial acrecido da presença de camada endurecida (pé-de-grade).
- 2-E. Resíduos de colheita mal incorporados a alta incidência de plantas invasoras, cerca de 1898/m² (média de 06 repetições), 15 dias após o preparo com grade aradora.

Técnica 2 - Aração com arado de discos em terreno seco.

Esta técnica de preparo do solo é bastante usada. É feita na época seca, como na Técnica 1. Entretanto, com menor rendimento das máquinas.

O perfil da camada arável do solo, criado a partir de uma trincheira, mostra os seguintes aspectos:

2. 1. A nível de superfície: mau nivelamento da área, resultando em leivas e torrões ainda com gramíneas e folhas largas de grande porte (Fig. 3-A).

A heterogeneidade da superfície, aliada ao crescimento das ervas, implica na necessidade de até três gradagens leves, imediatamente antes do plantio, ocasionando a destruição parcial da porosidade criada pela aração e, em solo úmido, a possibilidade de compactação do horizonte preparado (pé-de-grade).

2. 2. A nível de estrutura do perfil do solo: o horizonte preparado é extremamente heterogêneo, espessura de 10 a 20 cm e com estrutura fina no fundo da aração, apresentando torrões e leivas na superfície, onde a terra fica presa às raízes da cultura precedente (Fig. 3-B). Os restos culturais são colocados em posição horizontal, no fundo da aração, com lenta decomposição, criando um obstáculo à operação de plantio e ao desenvolvimento radicular no fundo da aração e gerando desordem fisiológica nas culturas a serem implantadas.

2. 3. A nível de desenvolvimento das invasoras: além das invasoras de grande porte, que permaneceram e/ou crescerão na época seca, as sementes das invasoras são colocadas a pequena profundidade, em boas condições de germinação (Fig. 3-C). A necessidade de duas a três gradagens leves para o plantio colocar as sementes das invasoras ainda mais perto da superfície, gerando uma proliferação muito rápida e numerosa, a exemplo da Técnica 1, em que se utiliza grade aradora.

Técnica 3 - Trituração e pré-incorporação dos restos culturais e posterior aração com arado de discos, em terreno seco.

Antes da aração, os restos culturais e invasoras são triturados e pré-incorporados com grade pesada. Uma gradagem com grade pesada e, se necessária, uma, com grade leve, a alta velocidade, para provocar o desprendimento das raízes da cultura precedente e, ainda, dividir e fragmentar os restos culturais e invasoras. Logo após, efetuar aração a 25 - 30 cm de máquinas superior (3 horas/ha) ao da Técnica 2. (3,5 horas/ha), utilizando-se trator de aproximadamente 65 CV e, de preferência, arado de aiveca ou de três discos reversíveis.



FIG. 3 – Aspectos de um solo após a aração convencional.

- 3-A. Aração mal nivelada, com leiras de gramíneas e outras invasoras de grande porte (60 dias após a aração). Nota-se a má incorporação dos resíduos ao solo.
- 3-B. Heterogeneidade na profundidade de aração. Nota-se a presença de socas dos resíduos de colheita na superfície do solo.
- 3-C. Proliferação média de invasoras, cerca de 152 plantas/m² (média de 6 repetições).

O maior rendimento da máquina é devido ao efeito da pré-incorporação e trituração dos restos, que permite o desprendimento das raízes e oferece um menor esforço de tração maior penetração no solo.

O perfil criado com esta técnica, a partir de uma trincheira, mostra os seguintes aspectos:

3. 1. A nível de superfície: a área apresenta-se bem nivelada, com alguns torrões (Fig. 4-B).

3. 2. A nível de estruturação do perfil: o horizonte preparado é de aproximadamente 30 cm de profundidade, com estrutura média e excelente porosidade (Fig. 4-A).

Os restos culturais são finamente fragmentados, e colocados em posição oblíqua à superfície, até o fundo da aração, facilitando a decomposição (Fig. 4-B) e resultando num perfil sem obstáculos e sem riscos de criação de desordens fisiológicos para a cultura.

3.3. A nível de desenvolvimento das invasoras: o número de invasoras por m² é limitado (Fig. 4-C). Apenas uma gradagem superficial é suficiente para se efetuar o plantio. Esta técnica, possível na época seca, em comparação às duas técnicas precedentes, oferece como vantagens o perfil mais favorável ao armazenamento d' água e ao enraizamento profundo das culturas, uma forte limitação da erosão superficial, e, ainda, pequena incidência de invasoras.

A conservação das propriedades físicas do solo, no decorrer do tempo (estrutura consolidada na época seca), assegura maior capacidade das plantas em absorver água das camadas mais profundas do solo durante a seca.

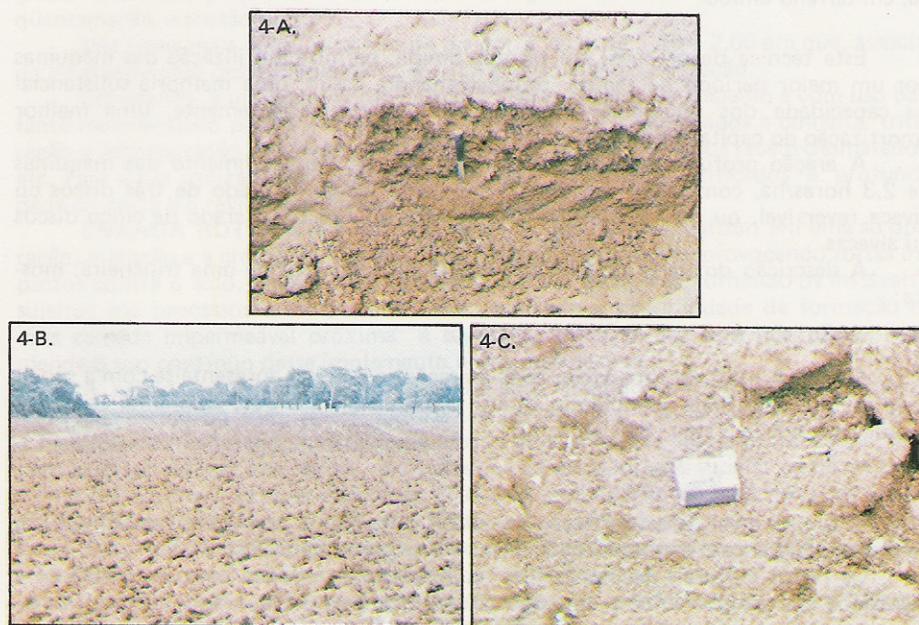


FIG. 4 — Aspectos de um solo cuja aração foi feita em seco, após a incorporação dos resíduos da colheita e plantas invasoras.

- 4-A. Perfil preparado profundo (25-30 cm), superfície do solo bem estruturada, restos culturais bem triturados e incorporados em todo o perfil preparado.
- 4-B. Aração bem nivelada, tendo sido feita após a incorporação dos resíduos culturais. Pouca presença de restos culturais na superfície.
- 4-C. Pouca presença de plantas invasoras, cerca de 68/m² (média de 06 repetições), 60 dias após a aração.

Técnica 4 - Trituração e pré-incorporação dos restos culturais e aração em terreno úmido.

Como no caso da Técnica 3, os restos culturais e invasoras são triturados e pré-incorporados em terreno úmido, a partir de uma ou duas gradagens com grade niveladora, ou apenas uma passagem de enxada rotativa de grande porte (2m de corte), que permite melhor trituração a custo reduzido (1 hora/ha). Esta operação pode ser realizada tanto no final das chuvas, logo após a colheita, como na entrada da estação chuvosa da próxima safra. A realização desta prática em terreno úmido oferece excelentes condições para a decomposição dos restos culturais.

De uma semana a 15 dias após a pré-incorporação, é realizada a aração profunda, em terreno úmido.

Esta técnica de preparo, em terreno úmido, permite a utilização das máquinas por um maior período de tempo, proporcionando, assim, uma melhoria substancial na capacidade dos equipamentos disponíveis e, conseqüentemente, uma melhor amortização do capital empregado.

A aração profunda, em terreno úmido, oferece um rendimento das máquinas de 2,3 horas/ha, com trator de aproximadamente 75 CV e arado de três discos ou aiveca reversível, ou de 1,3 horas/ha, com trator de 120 CV e arado de cinco discos ou aivecas.

A descrição do perfil criado com esta técnica, a partir de uma trincheira, mostra:

4.1. A nível de superfície: após a aração, o terreno apresenta-se com a superfície plana, permitindo um plantio direto sem gradagem, o que, auxilia na conservação de porosidade criada (Fig. 5-C e 5-D).

4.2. A nível de estruturação do perfil: o horizonte preparado é de 30 - 35 cm de profundidade, com estrutura média e excelente porosidade (Fig. 5-B).

Os restos culturais decompõem-se rapidamente, por serem bem fragmentados e colocados em posição oblíqua em todo o horizonte preparado, resultando em limitados obstáculos de ordem física ou química para a cultura a ser implantada.

4.3. A nível de desenvolvimento das invasoras: a área apresenta reduzido número de invasoras por m² (Fig. 5-D). A aração profunda, após a trituração e pré-incorporação, permite colocar a maioria das sementes das invasoras a cerca de 30 cm de profundidade, dificultando a sua germinação e favorecendo o seu apodrecimento. Esta técnica faz com que se evita o uso de herbicida. O perfil cultural criado oferece, como na Técnica 3, boas propriedades físicas para armazenamento d' água, em detrimento do escorrimento (erosão laminar), e possibilidades de enraizamento profundo da cultura, devido às melhores condições de fornecimento de água durante os veranicos. Além disso, como no caso da Técnica 3, a conservação das boas propriedades físicas no decorrer do tempo permite a realização de dois cultivos em sucessão: arroz de ciclo curto, na entrada da estação chuvosa, e feijão em sucessão, com plantio direto, na palha de arroz triturada (fevereiro).

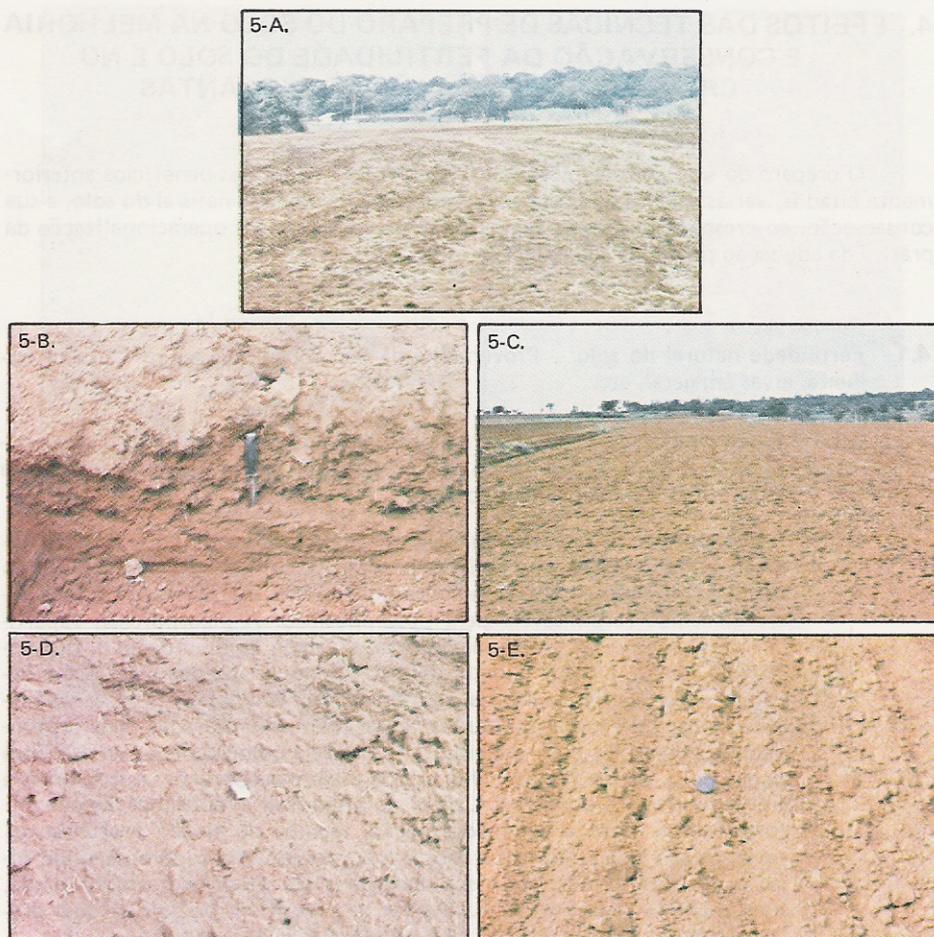


FIG. 5 — Aspectos de um solo cuja aração foi feita em úmido, após a incorporação dos resíduos de colheita e plantas invasoras.

- 5-A. Aspecto da pré-incorporação dos resíduos de colheita antes da aração.
- 5-B. Aração profunda, 25-30cm, em terreno úmido. Notam-se os fragmentos dos resíduos bem distribuídos no perfil preparado.
- 5-C. Aração bem nivelada, assemelhando-se ao preparo feito pela grade niveladora.
- 5-D. Pouca incidência de plantas invasoras, cerca de 19/m² (média de 06 repetições), 30 dias após a aração.
- 5-E. Realização de plantio após a aração, dispensando o uso de grade destorroadora ou niveladora. Nota-se a excelente estrutura do solo.

4. EFEITOS DAS TÉCNICAS DE PREPARO DO SOLO NA MELHORIA E CONSERVAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E NO CRESCIMENTO DAS RAÍZES DAS PLANTAS

O preparo do solo com técnicas aperfeiçoadas traz, além dos benefícios anteriormente citados, várias melhorias no que diz respeito à fertilidade natural do solo, a sua conservação, ao crescimento das raízes das plantas cultivadas e à operacionalização da prática da adubação profunda (Quadro 1).

4.1 - Fertilidade natural do solo — Proveniente da decomposição dos resíduos de colheita, ervas em geral, etc.

4.1.1 - **Perfil melhorado** - depende da profundidade de incorporação dos resíduos; é melhor à medida em que os resíduos forem melhor triturados e incorporados a maior profundidade.

4.1.2 - **Decomposição da matéria orgânica** - também depende do grau de trituração e do contato dos resíduos orgânicos com o solo, possibilitando maior ataque e melhores condições nutricionais e ambientes para os microrganismos responsáveis pela decomposição. A incorporação superficial resulta em excesso de massa para um dado volume de solo, que somado à menor disponibilidade de água na superfície faz com que a decomposição seja lenta. No caso da aração convencional, as socas permanecem inteiras, apesar de muitas vezes serem incorporadas mais profundamente, fazendo com que muita massa seja colocada em contato com pouco solo, não expondo o material a melhores condições nutricionais e ambiente para os organismos, além de prejudicar a multiplicação dos microrganismos. Com a pré-incorporação, seguida de aração profunda, os resíduos são finamente triturados e incorporados em todo o perfil do solo, o que facilita e agiliza a sua decomposição. Com isto, ocorre, ainda, uma melhora quantitativa qualitativa na microflora do solo, a qual promove inúmeros benefícios ao complexo nutricional.

4.1.3 - **Perigo da fermentação:** - nos preparos superficiais há perigo de fermentação, principalmente quando realizados sem a antecedência necessária para a decomposição, porque os resíduos orgânicos são colocados em contato com reduzido volume de solo. Nessa situação, o processo de fermentação é lento e ocorre exatamente na região onde se desenvolve o maior volume de raízes das plantas cultivadas. A fermentação ou "febre" requer grande quantidade de nitrogênio, podendo, então, provocar séria imobilização desse nutriente no solo. Além disso, alguns microrganismos também podem causar injúrias às raízes das plantas cultivadas. Nos preparos com aração convencional, este perigo ainda existe porque as socas são incorporadas inteiras, tornando lento o processo de fermentação.

QUADRO 1. Efeito das diversas técnicas de preparo do solo sobre sua fertilidade e crescimento das raízes.

EFEITOS NA(O)	PREPARO COM GRADE ARADORA	PREPARO COM ARAÇÃO CONVENCIONAL	PREPARO COM PRÉ-INCORPORAÇÃO DOS RESÍDUOS, SEGUIDO DE ARAÇÃO
Fertilidade natural (proveniente da decomposição da matéria orgânica)	Pouco profundo	Profundo	Profundo
<ul style="list-style-type: none"> • Perfil melhorado • Velocidade de decomposição da matéria orgânica • Perigo da fermentação 	Lento Grande	Médio Médio	Rápido Pequeno
Reserva de água x adubação	Pouco (baixa eficiência do adubo, se ocorrer estíagens)	Bom (podendo ser prejudicada por sucessivas gramíneas)	Bom (reduzida eficiência laminar, maior reserva de água e maior eficiência do adubo)
Desenvolvimento das raízes	Difícil e pouco profundo	Médio	Fácil e profundo
Adubação profunda	Difícil	Difícil (devido à compactação de restos culturais)	Fácil
<ul style="list-style-type: none"> • Execução da operação 	Pouco	Bom	Ótimo
<ul style="list-style-type: none"> • Efeito sobre as raízes 	Pouco	Bom	Ótimo

- 4.2 - Reserva de água e adubação** - A água é o veículo de solubilização dos adubos e de transporte da maioria dos nutrientes até as raízes e, daí, para a parte aérea das plantas. É importante salientar que, sem água, os adubos, na maioria sais, podem provocar sérios prejuízos à germinação das sementes ou às raízes das plântulas. Quanto mais superficial for o preparo do solo, menor será a possibilidade de aprofundar a adubação e menor o potencial do solo em reservar e fornecer água para a solubilização e transporte dos nutrientes. A aração profunda, com pré-incorporação dos resíduos orgânicos, propicia maior infiltração e armazenamento de água, minimizando, ainda, a erosão laminar, responsável pelo arrastamento da camada fértil do solo.
- 4.3 - Desenvolvimento das raízes** - As raízes das plantas desenvolvem-se em busca de água e nutrientes e, não havendo barreiras, principalmente ligados a compactação e desuniformidade de fertilidade, elas se desenvolvem até considerável profundidade. O preparo do solo, superficial ou profundo, mas com sucessivas gradagens niveladoras, forma a camada sub-superficial compactada, impedindo o desenvolvimento das raízes e o armazenamento de água. Com o sistema radicular superficial, as plantas sofrem muito com as estiagens e exploram muito pouco a fertilidade natural dos solos. A trituração dos resíduos orgânicos e sua incorporação a maior profundidade melhora o perfil do solo, facilitando o desenvolvimento radicular a maior profundidade e o armazenamento de água, reduzindo os riscos dos veranicos.
- 4.4 - Adubação profunda** - A adubação profunda, até 10 cm abaixo das sementes, é técnica altamente recomendada, principalmente para as regiões sujeitas ao veranico ou com chuvas irregulares ou deficientes. Esta prática propicia menor perda do adubo por erosão laminar; diminui os danos que os adubos causam às sementes; diminui o contato adubo/solo, portanto, a sua fixação; melhora a solubilização e transporte de adubo devido à maior umidade nas camadas mais profundas e; o mais importante, provoca um maior e mais volumoso desenvolvimento do sistema radicular.
- 4.4.1 - Facilidade de operação** - a adubação profunda é feita, geralmente, com auxílio de sulcadores na forma de facão adaptado a plantadeiras, o qual abre sulcos no solo para permitir a distribuição localizada e profunda do adubo. Com a profundidade mais indicada para a colocação do adubo é de 15 cm da superfície ou 10 cm abaixo das sementes, as plantadeiras de disco, na sua maioria, não conseguem realizar a prática convenientemente. Nos preparos superficiais do solo é muito difícil fazer esta operação, além de exigir maior tração do trator. O preparo de solo com aração convencional também pode não facilitar a operação porque as socas ou resíduos incorporadas ao solo, acumulam-se no facão das plantadeiras, causando entupimento no distribuidor do adubo. Assim sendo, a trituração e a pré-incorporação dos restos culturais e sua distribuição uniforme no perfil do solo, pela aração profunda, facilita a operação da adubação profunda.
- 4.4.2 - Efeito sobre as raízes** - este efeito está diretamente relacionado à profundidade da adubação e é óbvio que, se a adubação for realizada mais profundamente, maior será a profundidade de crescimento e de exploração das raízes.

5. PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A REGULAGEM DE ARADOS DE DISCOS E DE AIVECAS

- 5.1 - Regular as bitolas traseira e dianteira do trator, em função da largura do corte do arado.
- 5.2 - Colocar o arado a igual distância de cada pneu (distância medida entre os braços equalizadores dos implementos e os pneus), graças as correntes laterais de cada braço.
- 5.3 - Regular os dois braços verticais do trator, deixando-os do mesmo comprimento.
- 5.4 - Realizar a primeira linha da aração, à maior profundidade, baixando bem o último disco ou aiveca para deixar um sulco profundo, de 25 a 30 cm. Consegue-se isto através do alongamento do 3.^o ponto e baixamento do hidráulico.
- 5.5 - A partir da segunda linha da aração, colocar os dois pneus dianteiro e traseiro do lado direito do trator no sulco, e fazer a regulagem vertical do arado, e no caso de arado de aiveca, utilizar os reguladores existentes no chássis do arado.

regular a profundidade do 1.^o disco ou aiveca à profundidade desejada (25 - 30 cm). Se o trator tende a sair do sulco do lado da aração, é porque há maior volume de terra revirada pelo 1.^o disco, provocado por duas possíveis razões:

ou o arado não está situado longitudinalmente ao eixo do trator, o que deve ser feito;

ou o arado não está trabalhando em posição horizontal, isto é, o primeiro disco está sulcando mais terra do que o disco traseiro. Neste caso, aumentar o comprimento do 3.^o ponto, para diminuir a profundidade do disco dianteiro e aumentar a do disco traseiro.

Se o trator tende a sair do sulco do lado contrário ao arado, também ocorrem duas hipóteses:

ou o arado não está situado longitudinalmente ao eixo do trator, como no caso precedente;

ou o disco traseiro está revirando mais terra do que o primeiro. Neste caso, deve-se encurtar o 3.^o ponto, para diminuir a profundidade do disco traseiro e aumentar a do disco dianteiro.

- 5.6 - Verificar que, nos dois sentidos (ida e volta do trator com arado reversível), a aração fica bem nivelada, fechada na superfície, sem deixar sulco entre as linhas da aração.
- 5.7 - Nos casos de preparo com arado fixo, o pneu traseiro do trator que estiver dentro do sulco, deve contar duas libras de ar a mais do que o que estiver fora.

6. ASPECTOS ECONÔMICOS SOBRE OS DIFERENTES MÉTODOS DE PREPARO DO SOLO

Os dados disponíveis até o momento, mostrados neste documento, permitem avaliar alguns efeitos nos custos de produção que as diferentes técnicas de preparo do solo acarretam. Os dados para esta avaliação estão descritos no Quadro 2 e mostram que os custos dos diversos métodos de preparo do solo diferem significativamente. A técnica de preparo de maior custo foi a Técnica 2 (para a qual foi designado o índice 100 %) sendo atualmente a mais utilizada no meio rural. Por outro lado, a técnica de menor custo foi a de número 4 (90 %), enquanto as de números 1 (92 %) e 3 (95 %) situam-se em um nível de custo intermediário. Além disso, os dados mostram que os custos das Técnicas 2, 3 e 4 poderiam ser menores se se utilizasse um trator de alta potência, com arado de cinco aivecas ou discos.

Pode-se concluir, portanto, que a aração em solo úmido, após a trituração dos restos culturais (Técnica 4), é a operação que, além de efetuar um melhor preparo do solo, é realizada com menor custo. Contudo, a aração em terreno seco, após a incorporação dos restos culturais (Técnica 3), apesar do custo intermediário, propicia um bom preparo do solo, além de permitir a utilização da maquinaria na entressafra, época seca, aumentando a capacidade de trabalho.

Além desses aspectos de custo das operações, a análise econômica das diversas técnicas de preparo do solo deve enfatizar também as receitas. Neste enfoque, as melhorias na fertilidade, no combate às plantas daninhas, no desenvolvimento do sistema radicular e na retenção de água pelo solo, propiciadas pelos preparos com pré-incorporação seguidos de aração (Técnicas 3 e 4), reduzem os riscos de insucessos climáticos, criando melhores condições para elevar a produtividade e a rentabilidade das culturas.

QUADRO 2. Custo operacional dos diversos métodos de preparo do solo.⁽¹⁾

Nº DA TÉCNICA OU MODO DE PREPARO	OPERAÇÃO	MATERIAL UTILIZADO	TEMPO GASTO ⁽²⁾		CUSTO Cr\$	%
			(h/ha)			
1. Preparo superficial em solo pesado.	2 Gradagens pesadas (grade aradora)	Trator de 118 HP + Grade pesada	2,0		18.105,00	92
	1 Gradagem leve	Trator de 75 HP + Grade leve	0,7			
2. Aração direta em terreno seco.	Aração direta	Trator de 75 HP + Arado de três discos reversíveis	3,5		19.609,00	100
	3 Gradagens leves	Trator de 75 HP + Grade leve	2,1			
2.1. Aração direta em terreno seco. ⁽³⁾	Aração direta	Trator de 118 HP + Arado de cinco discos ou cinco alvecas (12')	2,0		18.230,00	93
	3 Gradagens leves	Trator de 75 HP + Grade leve	2,1			
3. Aração em terreno seco, após tributação dos restos culturais.	1 Gradagem pesada (grade aradora)	Trator de 118 HP + Grade aradora	1,0		18.753,00	95
	1 Aração	Trator de 75 HP + Arado de três discos reversíveis	3,0			
	1 Gradagem leve	Trator de 75 HP + Grade leve	0,7			
3.1. Aração em terreno seco, após trituração dos restos culturais. ⁽³⁾	1 Gradagem pesada (grade aradora)	Trator de 118 HP + Grade aradora	1,0		17.022,00	87
	1 Aração	Trator de 118 HP + Arado de cinco discos ou cinco alvecas (12')	1,7			
	1 Gradagem leve	Trator de 75 HP + Grade leve	0,7			
4. Aração em solo úmido, após trituração dos restos culturais	1 Gradagem pesada (grade aradora)	Trator de 118 HP + Grade aradora	1,0		17.638,00	80
	1 Gradagem leve	Trator de 118 HP + Grade niveladora	0,5			
	1 Aração	Trator de 75 HP + Arado de três discos reversíveis	2,0			
4.1. Aração em solo úmido, após trituração dos restos culturais. ⁽³⁾	1 Gradagem pesada (grade aradora)	Trator de 118 HP + Grade aradora	1,0		16.658,00	85
	1 Gradagem leve	Trator de 118 HP + Grade niveladora	0,5			
1 Aração	Trator de 118 HP + Arado de cinco discos ou cinco alvecas (12')		1,3			

(1) Os custos foram calculados com preços de julho de 1983.

(2) A metodologia do cálculo de custo de operação inclui os seguintes itens: a) Reparos; b) Manutenção; c) Combustíveis; d) Depreciação; e e) Operador.

(3) Estimativas.

7. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO TÉCNICA

Em vista do que foi exposto, conclui-se que, para se fazer um bom preparo do solo, principalmente em terras infestadas de ervas daninhas, com restos culturais ou ainda, com camada impermeável perto da superfície, deve-se, primeiro, realizar a trituração desses materiais, utilizando grade aradora, grade niveladora ou ambas, ou, ainda, enxada rotativa-regulada para corte superficial. Sete a quinze dias após, deve-se fazer a aração, utilizando-se, em escala preferencial: arado de aiveca reversível, arado de aiveca não reversível, arado de disco reversível ou arado de disco não reversível. Nas arações de solo seco é quase sempre necessário fazer-se uma gradagem rápida e superficial para quebra de torrões após a aração e imediatamente antes do plantio. No preparo em solo úmido, o plantio pode ser feito imediatamente após a aração, desde que o arado esteja bem regulado.



FBB

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

COLABORANDO COM A DIVULGAÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA