

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA - MARA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO - CPATSA
COORDENADORIA DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA - CTTA
SETOR DE TREINAMENTO - ST

COMPARAÇÃO ENTRE TRAÇÃO MOTORIZADA E ANIMAL

JOSÉ BARBOSA DOS ANJOS
Pesquisador CPATSA-EMBRAPA

PETROLINA - PE

Abril/95

COMPARAÇÃO ENTRE TRAÇÃO MOTORIZADA E ANIMAL

1. INTRODUÇÃO

Historicamente a motomecanização baseia-se nos mesmos princípios da tração animal, sendo os requerimentos de energia praticamente equivalentes. Do ponto de vista da racionalização do uso de energia na agricultura, a tração animal é a solução técnica e econômica recomendável, quando comparada com a tração mecânica, especialmente nas seguintes situações:

a) solos com topografia irregular e obstáculos (pedras e tocos), que tornem impraticável o uso do trator;

b) estabelecimentos agrícolas situados em regiões desprovidas de assistência mecânica, peças para manutenção de motores e dificuldades para o abastecimento de combustível;

c) população rural de baixo nível cultural, tornando difícil a obtenção de tratoristas capacitados para o trabalho e a manutenção das máquinas;

d) alto preço das máquinas a motor e do combustível incompatível com a economia dos pequenos estabelecimentos agrícolas. Mesmo nas médias e grandes propriedades, determinadas práticas agrícolas e serviços de transporte são mais econômicos quando executados com máquinas a tração animal, em complemento ao trabalho dos tratores.

Portanto a mecanização a tração animal substitui com vantagens o trabalho manual com enxada, constitui uma solução técnica para os locais impróprios ao uso do trator, ou complementa o trabalho deste com economia de combustíveis e menores despesas.

Do ponto de vista prático, o sucesso no emprego de qualquer fonte de potência, seja animal ou mecânica, depende de dois fatores: a adequada escolha do tipo de potência a ser utilizada em cada situação proposta e o emprego racional da potência escolhida.

O presente estudo, dentro da evolução da mecanização, tem como objetivo geral oferecer subsídios para avaliar o desempenho técnico e econômico da tração animal e da tração motomecanizada na propriedade agrícola.

2. CAPACIDADE OPERATIVA DO EQUIPAMENTO

Na determinação do rendimento de qualquer máquina ou implemento (móvel) utilizados nas operações agrícolas, alguns parâmetros são de fundamental importância, tais como: largura de trabalho, velocidade de deslocamento, comprimento da parcela, tempo gasto nas manobras entre outros.

2.1. Largura de Trabalho

Refere-se a largura do trabalho útil efetuado pela máquina ou implemento, que por sua vez é determinada pelas condições de espaçamento da cultura instalada. Em outras situações sua limitação se dá em função da disponibilidade de potência, caso muito comum na tração animal.

2.2. Velocidade de Deslocamento

Trata-se da velocidade de trabalho em que se realizam as operações agrícolas. No caso do uso da motomecanização tira-se grande proveito da gama de velocidades oferecidas pelos tratores e outras máquinas propelidas de uso agrícola. Em tração animal a velocidade é quase uma constante que associada a baixa potência fornecida, que é responsável pelo baixo rendimento.

2.3. Comprimento da Parcela

Em motomecanização quanto maior a parcela menor será o número de manobras e maior a eficiência do conjunto trator implemento. Daí a necessidade de efetuar um planejamento adequado a cada situação proposta. Trabalhos efetuados com tração animal têm que serem planejados, de modo que o tempo destinado às manobras seja um alívio aos esforços a que são submetidos os animais durante a geração de trabalho útil.

2.4. Tempo gasto em Manobras

Na motomecanização o ideal seria que não houvessem manobras, porém na prática isto é quase impossível. No entanto um planejamento adequado seria aquele que reduzisse ao máximo esta operação. O número de manobras pode ser reduzido utilizando-se implementos com largura de trabalho maior. No entanto, isso implicaria no aumento da potência exigida, conseqüentemente no capital investido. Para evitar tais inconvenientes, o mais recomendado seria trabalhar, sempre que possível, as parcelas em sua maior dimensão.

Apesar das manobras não gerarem trabalho útil, em tração animal elas trazem um efeito benéfico aos animais, os quais são aliviados por pequenos e frequentes períodos do trabalho contínuo

e exaustivo a que são submetidos. Nesse caso é de fundamental importância planejar o tamanho da área a ser trabalhada em torno de 100 a 120 metros (comprimento da parcela).

2.5. Tempos de Trabalho

Numa operação agrícola considera-se dois tempos de trabalho:

2.5.1. Tempo operativo

Denomina-se tempo operativo o total gasto em uma determinada tarefa, seja gerando trabalho útil ou em manobras.

2.5.2. Tempo Efetivo

O tempo efetivo é aquele em que há geração de trabalho útil, sendo excluído o tempo gasto em manobras ou outras perdas eventuais durante uma determinada operação agrícola.

3. NÚMERO DE HORAS GASTAS POR HECTARE

No cálculo do número de horas necessária para preparar um hectare tem-se que levar em consideração os seguintes parâmetros: largura de trabalho, velocidade de deslocamento e comprimento da parcela.

Através da equação 1, obtém-se o tempo, em hora por hectare, gasto nas manobras.

$$T_m = \frac{\frac{L}{1} \times t}{3.600} \times f \quad (1)$$

T_m = Tempo gasto em manobras (h/ha)

L = Largura da área (m)

l = Largura de trabalho do implemento (m)

t = Tempo gasto em manobras (segundos)

f = Fator $\left(\frac{100}{L}\right)$

O tempo efetivo (h/ha) é obtido utilizando-se a equação 2.

$$Te = \frac{10.000}{l \cdot V \cdot 3.600} \quad (2)$$

Te = Tempo efetivo (h/ha)
l = Largura de trabalho do implemento
V = Velocidade de deslocamento (m/s)

O tempo operativo (h/ha) é o somatório de Tm e Te, conforme mostra a equação 3.

$$To = Tm + Te \quad (3)$$

To = Tempo operativo (h/ha)
Tm = Tempo gasto em manobras (h/ha)
Te = Tempo efetivo (h/ha)

Vulgarmente se expressa o trabalho tempo sobre área (h/ha) no entanto, o correto tecnicamente seria o rendimento em superfície trabalhada por unidade de tempo (ha/h) calculada pela equação 4.

$$R = \frac{l}{To} \quad (4)$$

R = Rendimento (ha/h)
l = Constante
To = Tempo operativo (ha/h)

4. CUSTOS FIXOS EM MOTEMECANIZAÇÃO

No cálculo de custo horário de uma máquina, seja motomecanizada ou tração animal, deve-se levar em consideração alguns parâmetros, enquadrados em custos fixos e variáveis.

4.1. Custos Fixos em Motomecanização

a) Depreciação

$$D = \frac{VI - VF}{N}$$

D = Depreciação
VI = Valor inicial do bem adquirido (R\$)
VF = Valor final do bem adquirido (R\$)
N = Vida útil estimada (em anos)

b) Juros

$$VM \text{ (R\$)} = \frac{VI - VF}{2} \qquad J = \frac{VM \cdot i}{n}$$

VI = Valor inicial do bem adquirido (R\$)

VF = Valor final do bem adquirido (R\$)

VM = Valor médio

J = Juros

i = Taxa de juros

n = Número de horas de trabalho por ano

4.1.1. Despesas diversas

a) óleo lubrificante de transmissão = T (R\$)

$$T = \frac{C \cdot P}{t}$$

C = Capacidade da caixa de transmissão (litros)

t = Período de troca (horas)

P = Preço/litro

b) óleo lubrificante para filtro de ar = F (R\$)

$$F = \frac{C \cdot P}{t}$$

C = Capacidade da cuba do filtro de ar (litros)

t = Período de troca (horas)

P = Preço/litro

c) Graxa = G (R\$)

$$G = \frac{Q \cdot P}{t}$$

Q = Quantidade média utilizada (kg)

t = Período de troca (horas)

P = Preço/kg

d) Seguros = S (R\$)

$$S = \frac{VI \cdot i}{n}$$

VI = Valor inicial do bem adquirido (R\$)
i = Taxa de seguro (%)
n = No. de horas de trabalho por ano

c) Alojamento = A (R\$)

$$A = \frac{VI \cdot i}{n}$$

VI = Valor inicial do bem adquirido (R\$)
i = Taxa de seguro (%)
n = No. de horas de trabalho por ano

4.2. Custos Variáveis em Motomecanização

a) Combustível, cujo consumo varia em função do rendimento da potência exigida na operação efetuada. O volume consumido (litro) multiplicado pelo preço atual determina seu custo horário.

b) óleo lubrificante do motor = M (R\$)

$$M = \frac{C \cdot P}{t}$$

C = Capacidade de carter (litros)
t = Período de troca (h)
P = Preço por litro

c) Material de substituição periódica

c.1) Filtro de combustível = FC (R\$)

$$FC = \frac{n \cdot P}{t}$$

n = Número de filtros
t = Período de troca (horas)
P = Preço

c.2) Filtro de óleo lubrificante = FL (R\$)

$$FL = \frac{P}{t}$$

t = Período de troca (horas)
P = Preço

d) Reparos = R

Considera-se que durante a vida útil o equipamento absorverá um percentual do seu valor inicial em gastos de manutenção (inclusive mão-de-obra).

$$R = \frac{VI \cdot i}{n \cdot v}$$

VI = Valor inicial de aquisição do trator

n = Número de horas de trabalho por ano

v = Vida útil média (anos)

i = Taxa da percentagem estipulada sobre VI

e) Pneus = P

$$P = \frac{p}{v}$$

v = Vida útil média (horas)

p = Preço médio de pneus (dianteiro/trazeiro)

f) Operador (tratorista)

Salário Regional (R\$)

Encargos Sociais (R\$)

Total anual = 12 x total mensal (R\$)

Número de horas trabalhadas por ano = n

Valor da hora (R\$) = $\frac{\text{Total anual}}{n}$

No quadro 01 é apresentado um resumo geral do custo horário em motomecanização.

Quadro 1. Modelo de resumo geral do custo horário em motomecanização

CUSTOS	DISCRIMINAÇÃO	VALOR HORA (R\$)
Fixos	1. Depreciação	
	2. Juros	
	3. Seguros	
	4. Alojamento	
	5. Combustível	
	6. Lubrificante	
	7. Material de substituição periódica	
Variáveis	8. Reparos	
	9. Pneus	
	10. Operador	

CUSTO/HORA

Os valores obtidos para cálculos são da praça de _____
na data de _____

4.3. Custos Fixos em Tração Animal

Custos fixos são aqueles que não dependem diretamente do trabalho executado pelo animal, isto é, permanecem constantes quer o animal trabalhe ou não, tais como: amortização, juros, taxa de abrigo ou alojamento e taxas de cercas.

- a) Amortização ou depreciação: parcela de custo do animal que deverá ser, teoricamente, acumulada para aquisição de um novo animal, quando a sua vida útil tiver terminado.

$$D = \frac{C_i + C_f}{T}$$

D = Depreciação/hora

C_i = Custo inicial ou de aquisição do animal

C_f = Custo final, após término de vida útil

T = Vida útil expressa em horas de trabalho (n^o. de anos x n^o. de horas de trabalho/ano)

- b) Juros: é o custo do capital representado pelo animal.

$$J = \frac{C_a \cdot i}{t}$$

J = Juros/hora
Ca = Custo atual do animal (valor do animal no mercado)
i = Taxa de juros (% ao ano)
t = Número de horas de trabalho/ano

c) Taxa de abrigo ou alojamento: é a parcela de gastos referentes à amortização e a manutenção de pastagens cercadas ou estábulos, que o trabalho animal deve custear.

$$A_b = \frac{Ca \cdot i}{t}$$

A_b = Taxa de abrigo/hora
Ca = Custo atual do animal
i = Taxa estipulada (%)
t = Número de horas de trabalho/ano

d) Taxa de cercas: são os gastos referentes à amortização e à manutenção de cercas que o animal deve custear.

$$C_e = \frac{Ca \cdot i}{t}$$

C_e = Taxas de cercas
Ca = Custos atual do animal
i = Taxa estipulada (%)
t = Número de horas de trabalho/ano

4.4. Custos Variáveis em Tração Animal

São os gastos como o próprio nome diz, que variam de acordo com a utilização do animal como fonte de potência e incluem: despesas com alimentação, pastagens, cuidados veterinários e trato dos animais.

a) Despesas com alimentação: são aquelas decorrentes do fornecimento de alimentos complementares às pastagens que são fornecidos aos animais, que podem ser milho, ração balanceada e sais minerais.

$$A_m = \frac{C_m \cdot d \cdot p_m}{t}$$

A_m = Despesas de alimentação com milho/hora
C_m = Consumo milho/cabeça animal/dia
d = Número dias de trabalho/ano
p_m = Preço do milho
t = Número de horas de trabalho/ano

a.2) Ração

$$Ar = \frac{Cr \cdot d \cdot pr}{t}$$

Ar = Despesas de alimentação com ração/hora

Cr = Consumo de ração/cabeça animal/dia

pr = Preço da ração

d = Dia

t = Número de horas de trabalho/ano

a.3) Sais

$$As = \frac{Cs \cdot d \cdot ps}{t}$$

As = Despesas de suplementação mineral/hora

Cs = Consumo de sal/cabeça animal/dia

Ps = Preço do sal

d = Dia

t = Número de horas de trabalho/ano

b) Despesas com pastos: refere-se ao aluguel ou custo das pastagens destinadas aos animais.

$$P = \frac{12 \cdot p}{t}$$

p = Despesas de pastos/hora

P = Aluguel/cabeça/mês

12 = Constante (N^o meses/ano)

t = Número de horas de trabalho/ano

c) Despesas veterinárias: oriundas da aplicação de medicamento, normalmente é calculada na razão de 5% das despesas referentes ao pasto.

$$Dv = \frac{12 \cdot p \cdot 0,50}{t}$$

Dv = Despesas veterinárias/hora

p = Preço dos medicamentos

t = Número de horas de trabalho/ano

d) Despesas de trato: para cobrir os gastos de pulverização com carrapaticida, cortes dos cascos, tosa de crinas e calda, entre outros. Estima-se um consumo de 60 Homem/hora/ano para cada animal.

$$Tr = \frac{(60 Hh)}{t}$$

Tr = Despesas do trato/ano

Hh = Custo do homem/hora

e) Despesas com o responsável pelo manejo dos animais e implementos na execução de trabalhos agrícolas, estão relacionados com os seguintes itens: Salário regional e encargos sociais.

$$V = \frac{Ta}{N}$$

Ta = Total anual

N = Número de horas de trabalho/ano

V = Valor da hora

No quadro 02 é apresentado um resumo geral do custo horário da tração animal.

Quadro 2. Modelo de resumo geral do custo horário em tração animal.

CUSTOS	DISCRIMINAÇÃO	VALOR HORA (R\$)
Fixos	1. Depreciação	
	2. Juros	
	3. Alojamento	
	4. Cercas	
Variáveis	5. Despesas c/alimentação suplementar	
	6. Despesas de pastos	
	7. Despesas veterinárias	
	8. Despesas de trato	
	9. Despesas com o salário de operador	

CUSTO/HORA

Os valores obtidos para cálculos são da praça de _____
na data de _____

4.5. Vida útil estimada em motomecanização

No quadro 03 é apresentado uma estimativa da vida útil, em anos, de alguns bens utilizados na motomecanização.

4.6. Vida útil estimada em tração animal

No quadro 04 pode ser observada uma estimativa da vida média útil em anos, de alguns bens utilizados na tração animal.

Quadro 3. Vida útil de máquina, equipamento e construções rurais.

Item	Média em anos
01. Trator de pneu	9,65
02. Colhedeira mecânica	8,04
03. Arado p/trator	9,21
04. Grade p/trator	8,48
05. Cultivador p/trator	8,76
06. Plantadeira p/trator	6,99
07. Motor a gasolina	7,83
08. Motor a óleo diesel	9,79
09. Ficadeira de forragens	8,49
10. Debulhadeira de milho	11,25
11. Galpão para máquina	18,80

Fonte: EMATER-MG (1981)

Quadro 04. Vida útil de animais, equipamentos e construções rurais.

Item	Média em anos
01. Boi de carro	9,65
02. Burro	16,50
03. Cavalo	12,86
04. Arado para animal	9,86
05. Grade para animal	9,36
06. Cultivador para animal	7,95
07. Plantadeira animal	6,83
08. Fulverizador costal	5,32
09. Polvilhadeira costal	5,72
10. Estabulo	19,96
11. Cerca de arame farpado	10,27

Fonte: EMATER-MG (1981)

5. RENDIMENTO APROXIMADO DE ALGUNS TRANSFORMADORES DE ENERGIA

O rendimento no homem e animais de tração, é expresso pela relação entre a energia consumida dos alimentos e a energia gerada pelos trabalhos. No caso de motores de combustão, é a razão entre a energia calorífica (química) disponível no combustível consumido e a energia mecânica obtida.

A energia contida nos alimentos e nos combustíveis é expressa em Kcal (Quilo caloria), onde 1 Kcal corresponde ao trabalho mecânico de 427 Kgm.

$$\text{Homens: } \frac{\text{E. alimentos}}{\text{E. nos trabalhos}} = 0,12$$

$$\text{Equideos: } \frac{\text{E. alimentos}}{\text{E. nos trabalhos}} = 0,10 \text{ a } 0,12$$

$$\text{Bovinos: } \frac{\text{E. alimentos}}{\text{E. nos trabalhos}} = 0,10 \text{ a } 0,12$$

Motores de ciclo otto: 0,25
Motores de ciclo diesel: 0,35

5.1. Energia Animal

Os animais domésticos são utilizados como fonte de energia em duas situações:

- a) Para o transporte de cargas no dorso;
- b) Para desenvolver esforço tratório, acionando máquinas estacionárias e/ou implementos.

5.2. Energia Química

É a energia proveniente de reações químicas, na forma de combustão nos motores para ser transformada em energia mecânica. O rendimento dessa transformação depende do tipo, bem como da capacidade de se fornecer calor e da eficiência da transformação desse calor em energia mecânica (rendimento termomecânico), conforme mostra o quadro 05.

Quadro 5. Rendimento termomecânico de alguns combustíveis

Indicadores de Referência	Tipo de combustível			
	Gasolina	óleo Diesel	Álcool Anidro	Gás Metano
Quantidade de combustível	1 lit.	1 lit.	1 lit.	3 m ³
Calor liberado (kcal)	7.759	8.883	5.082	4.203
Tipo de motor	otto	diesel	otto	otto
Rendimento termomecânico (%)	25	35	25	25
Trabalho mecânico				
Kwh	2,76	3,61	1,48	1,22
cvh	3,75	4,90	2,01	1,66

5.3. Alguns Características dos animais de tração

a) Equinos:

- a.1) Adestramento fácil para diversos tipos de trabalho;
- a.2) Trabalha a velocidades maiores, de 1 m/s a 1,5 m/s (3,6 a 5,4 km/h).

b) Muares:

- b.1) Animal rústico e resistente;
- b.2) Trabalha a velocidade quase equivalente a dos equinos;
- b.3) Adestramento mais difícil que os equinos.

c) Asininos:

- c.1) Animal rústico, resistente, manso;
- c.2) Fácil adestramento;
- c.3) Adequado para transporte de cargas no dorso (até 2/3 de seu peso).

Equinos, muares não tem valor de venda no fim do período útil para o trabalho.

d) Bovinos:

- d.1) Animal rústico, resistente, requer alimentação simples;
- d.2) Preço de compra relativamente baixo em comparação com o do cavalo;
- d.3) Seu peso permite esforços maiores;

- d.4) Bom valor de venda depois da vida útil, principalmente na época de engorda;
- d.5) Animal mais difícil de adestrar;
- d.6) Lento demais para alguns trabalhos: 0,6 a 0,8 m/s (2,16 km/h a 2,9 km/h).

5.4. Características das máquinas motomecanizadas

As máquinas e equipamentos motomecanizados são utilizados em operações agrícolas por terem uma fonte de potência definida (motor) que, associada ao mecanismo de transmissão permite variar a velocidade de deslocamento do conjunto (m/s) ou velocidade de órgãos ativos (rpm). Estes fatores, entre outros, podem servir de base na definição das suas características técnicas.

6. OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

O preparo inicial do solo tem como objetivo a incorporação de ervas daninhas e suas sementes à profundidades maiores (aração, gradagem) a fim de não concorrerem com a cultura a ser instalada. Essa operação de revolver o solo e incorporar ervas daninhas, pode perfeitamente ser dispensada, no entanto, outros mecanismos são utilizados para a implantação de cultivos, é o que acontece com o plantio direto, que usa semeadoras e adubadoras especiais, e herbicidas para controlar as ervas daninhas.

As operações agrícolas podem ser responsáveis pela conservação ou degradação do solo, dependendo como elas são feitas. Portanto algumas devem ser levadas em consideração, tais como: o teor de umidade no solo por ocasião do uso das máquinas e implementos, cultivos em curva de nível, patamares, cordões em contorno (de terra ou vegetação: capim, sorgo, cana, leucena, abacaxi, sisal entre outros) sulcos e camalhões, sulcos barrados, cobertura morta (de vegetais, pedras, plástico), rotação de culturas e incorporação de matéria orgânica (adubação verde ou restos de culturas). Tais recomendações dependem das condições edafoclimáticas de cada região.

6.1. Aração

Em tração animal o mais comum é o arado de aiveca devido a facilidade de manejar. Mesmo com o peso menor que o dos arados de discos, sua penetração é melhor devido a sua forma geométrica. É mais recomendado para áreas desprovidas de tocos.

Em tratores, o mais comum é o arado de discos, embora sua penetração se dê mais em função do peso do que pela conformação geométrica. É muito utilizado em áreas recém desbravadas e, quando encontra obstáculo tende a flutuar, retornando posteriormente à posição inicial.

Em terrenos com tocos, pedras e outros obstáculos, tanto em tração animal como em tratores o mais recomendado seria o arado de disco. No entanto, este tipo de implemento no Brasil é fabricado somente para tração mecânica.

Em áreas isentas de obstáculos, o arado de aiveca seria o mais recomendável, principalmente para a incorporação de restos de cultura, ervas daninhas, entre outros.

Há vários métodos de preparo do solo em regime de sequeiro, visando a captação de água de chuva "in situ", tais como: sulcos e camalhões antes ou após a instalação do plantio, sulcos barrados, sistema W, sistema México, que no entanto, requerem equipamentos especiais e habilidades na sua implantação. Os sistemas mais simples e de alcance à maioria dos produtores rurais é o método Guimarães Duque e a aração parcial.

O método "Guimarães Duque" consiste na modificação do perfil do solo através da aração em faixas, de maneira a formar sulcos e camalhões. Utilizando-se de um arado reversível de 3 discos, retira-se o primeiro disco, deixando os dois posteriores, que após a primeira faixa arada as duas leivas dão origem a um camalhão, que é separado da faixa subsequente através do sulco deixado pelo o arado, em virtude do trator trafegar margeando o sulco, onde os pneus tracionam sobre a terra não arada. O solo não mobilizado entre uma faixa e outra, funciona como área de captação de água de chuva a qual é conduzida até a zona de plantio, localizada na borda do sulco, que é formada pela leiva da aração da faixa subsequente.

A aração parcial é uma miniatura do método preconizado por Guimarães Duque, efetuado com arado de aiveca a tração animal, que após a formação de duas leivas sucessivas dá origem a uma faixa arada, que é separada da faixa seguinte pelo sulco deixado pelo o arado e por uma área não trabalhada, que é a zona de captação de água de chuva "in situ".

O menor espaçamento entre linhas de plantio, obtido com o método Guimarães Duque é de 1,50 m, enquanto que, na aração parcial é de 1,0 m.

6.2. Gradagem

A grade é um implemento que, a depender do peso e da fonte de potência disponível para o seu tracionamento, pode ser empregada no preparo inicial do solo, substituindo a aração ou complementando o trabalho do arado. Existem vários tipos de grades: de dentes, molas, haste tipo canadense, de discos lisos ou recortados.

Em tração animal, ela é empregada para complementar a aração, embora seja muito comum o uso da grade de disco na incorporação de restos de culturas e ervas daninhas. Na

motomecanização, ela é usada também com o mesmo objetivo, no entanto, existem modelos para atender diversas operações tais como: fazer camalhões, valas, cordões em contorno e desfazer camalhões.

O uso abusivo da gradagem poderá trazer sérios prejuízos ao solo, degradando-o pela formação do "pé de grade" que é a compactação excessiva do solo logo abaixo da camada trabalhada pelo implemento. A gradagem como único preparo inicial do solo, deixa-o desagregado e vulnerável à erosão.

Grades são recomendadas para complementar o trabalho da aração, dando melhores condições à sementeira mecânica, através do ligeiro nivelamento que seu trabalho propicia, ou como um pré-preparo do solo quando este encontra-se com vegetação ou restos de culturas que impedem a aração.

6.3. Sulcamento

O número de sulcadores depende de dois fatores básicos: o primeiro é a fonte disponível para efetuar a operação, e o segundo, está em função da finalidade do sulcamento (cultura a ser instalada).

Em tração animal, o mais comum é o sulcamento de uma linha de cada vez, embora já existam no país equipamentos que possibilitam o uso de três sulcadores simultaneamente. Trata-se do chassi porta implementos com rodado de pneus, bitola ajustável de 1,10 a 1,50 m, largura de trabalho até 1,70 m, tracionado por animais (bovinos ou equídeos).

O uso de sulcadores na tração mecânica é mais fácil, principalmente quando se utilizam tratores com levante hidráulico nos três pontos com a possibilidade de ajustes da bitola nos pneus, a fim de atender os requerimentos da operação de sulcamento desejável.

6.4. Semeadoras

Equipamento destinado a distribuição de sementes no solo. Algumas são acopladas à adubadoras, fazendo assim, a adubação de fundação e a sementeira, quando da implantação de culturas.

Os equipamentos a tração animal dotados de rabiças, normalmente efetuam uma linha de sementeira, já os chassis com o rodado os porta-implementos permitem efetuar a sementeira simultânea mais de uma linha.

Com referência aos mecanismos distribuidores, as semeadoras motomecanizadas têm os mesmos princípios das de tração animal, embora essas causem menores danos às sementes, devido a baixa velocidade de deslocamento em que são utilizadas em virtude da limitação dos animais de tração (velocidade e potência).

Existem diferentes tipos de mecanismos distribuidores de sementes:

Disco horizontal e disco vertical (inclinado) com orifícios redondo, oblongos, cilindro canelado, distribuição centrífuga (semeadora a lanço) são os tipos mais comuns, embora existam outros de maior precisão que, no entanto, são mais complexos tanto do ponto de vista de construção, como do ponto de vista de operação e manutenção, que são os mecanismos pneumáticos.

6.5. Cultivadores

São equipamentos normalmente empregados na eliminação de ervas daninhas, quer na operação de preparo do solo quer na cultura já implantada.

Os cultivadores motomecanizados na realidade têm uma certa superioridade sobre os de tração animal, porque a fonte de potência a que são acoplados permite que sejam tracionados a uma maior velocidade de deslocamento. Possuem na maioria das vezes uma maior largura de trabalho, sendo que alguns destes equipamentos oferecem a possibilidade de serem acionados pela tomada de potência do trator (tomada de força).

Em culturas irrigadas por sulcos de infiltração, o mais viável é o uso dos de tração animal, devido as dificuldades de manobrar o trator sobre os sulcos (início e final).

6.6. Transporte

O transporte dentro da propriedade agrícola é muito importante e, a depender do tipo e peso de carga a transportar, é que se define o meio de transporte. Para cargas reduzidas (uma ou duas toneladas) e distâncias pequenas (até 3 km) é preferível a tração animal; distância até 20 km é preferível o trator; acima de 20 km, se a propriedade dispõe de caminhões, seria mais econômico o seu uso.

6.7. Colheita

O emprego de colhedoras automotrizes na agricultura foi um grande avanço tecnológico. No entanto, sua descoberta se deu nos Estados Unidos da América do Norte, a partir de máquinas combinadas que, para efetuar as operações de corte, trilha e separação dos grãos, absorviam a potência fornecida por 24 animais de tração (cavalos).

Existem vários equipamentos movidos a tração animal que podem auxiliar na colheita tais como: ceifadeira, colhedora de milho, ancinho. Equipamentos semelhantes tracionados por tratores tem melhor eficiência e maiores rendimentos.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ANJOS, J.B. dos; BARON, V.; BERTAUX, S. Captação de água de chuva "in situ" com aração parcial. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 26).
- ANJOS, J.B. dos; LOPES, P.R.C.; SILVA, M.S.L. da. Preparo de solos em vazantes. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 52).
- BALASTREIRE, L.A. Máquinas Agrícolas São Paulo: Manole, 1978. 307p. il.
- BARON, V.; ANJOS, J.B. dos. Esforços tratórios na aração com três chassis polivalentes Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 33p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 27).
- BERTAUX, S.; BARON, V.; ANJOS, J.B. dos. Arado de duas aivecas a tração animal. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 8p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 17).
- CHOUHDURY, E.N.; MORGADO, L.B.; ANJOS, J.B. dos. Efeito do manejo do solo na compactação e produção de melancia irrigada. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 24p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 29).
- DURET, T.; BARON, V.; ANJOS, J.B. dos. Mecanização Agrícola e alternativas para cultivo em sequeiro. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1985. 10p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 43).
- SAAD, O. Seleção do equipamento agrícola. São Paulo: Nobel, 1976. 126p.
- SAAD, O. Máquinas e técnicas de preparo inicial do solo. São Paulo: Nobel, 1977. 98p. il.