

EMBRAPA

REGISTRADO



**CUSTOS OPERACIONAIS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS
A TRACÇÃO ANIMAL EM VÁRIOS TAMANHOS DE PROPRIEDADE**



Boletim de Pesquisa

Número 21

ISSN 0100-8951

março, 1984

CUSTOS OPERACIONAIS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS
A TRACÇÃO ANIMAL EM VÁRIOS TAMANHOS DE PROPRIEDADE

Harbans Lal, Eng^o Agrícola, M.Sc.
Luiz Corsino Freire, Eng^o Agr^o, M.Sc.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)
Petrolina, PE

EMBRAPA-CPATSA, Boletim de Pesquisa, 21

**Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)**

BR 428, km 152 (Petrolina/Lagoa Grande) Zona Rural
Caixa Postal, 23

Fone : (081) 961-0122*

Telex: (081) 1878

56.300 - Petrolina, PE

Comitê de Publicações

Edson Lustosa de Possídio - Presidente

Eduardo Assis Menezes

Paulo César F. Lima

Luís Maurício C. Salviano

Assessoria científica deste trabalho

Angel Gabriel Vivallo Pinare

José Barbosa dos Anjos

Tiragem: 5.000 exemplares

Lal, Harbans

Custos operacionais de máquinas agrícolas a tração animal em vários tamanhos de propriedade, por Harbans Lal e Luiz Corsino Freire. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1983.

33p. ilustr. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 21)

1. Mecanização agrícola-Tração animal-Custo operacional. I. Freire, Luiz Corsino, colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE. III. Título. IV. Série.

CDD-631.371

© EMBRAPA 1984

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO	7
METODOLOGIA	10
CUSTO FIXO	11
Cálculo de custos fixos	11
VIDA POTENCIAL E VIDA REAL	15
CUSTOS VARIÁVEIS	17
CUSTO/HORA E CUSTO DURANTE O CICLO DA CULTURA	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

**CUSTOS OPERACIONAIS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS A TRACÇÃO ANIMAL
EM VÁRIOS TAMANHOS DE PROPRIEDADE**

Harbans Lal¹
Luiz Corsino Freire²

RESUMO - O desempenho econômico de um conjunto integrado de máquinas agrícolas (fonte de potência, máquina propriamente dita e operador) é determinado pela relação entre a produção do conjunto e as despesas efetuadas. Distinguem-se três tipos de custo: custo previsto, custo efetivo e custo comercial. Neste trabalho, são descritos os vários passos para se estimar e comparar os custos previstos do chassi porta-implementos e seus implementos e de equipamentos tradicionais, usados em vários tamanhos de propriedade. Os equipamentos tipo chassi porta-implementos são definidos como um chassi de ferro montado sobre pneus. Em sua parte posterior, existe uma barra-de-ferro à qual são acoplados os diversos implementos. As análises mostraram que, para todos os equipamentos, os custos por hectare são inversamente proporcionais ao tamanho das propriedades, prevalecendo a suposição de igualdade de área de comando dos equipamentos tradicionais e os do tipo chassi porta-implementos. O custo/ha dos equipamentos tradicionais é sempre menor que o custo do chassi porta-implementos, num dos sistemas de cultivo. No outro sistema a situação é inversa, a partir de 8 a 10 ha, dependendo da inclusão ou não da atividade de transporte, nas análises. Entretanto, com o limite de área de comando de 5 ha para os equipamentos tradicionais e 15 ha para o tipo chassi porta-implementos, os custos operacionais dos equipamentos tradicionais, a partir dos 5 ha, são bem mais caros, operados em qualquer sistema.

Termos para indexação: máquinas agrícolas, chassi porta-implementos, economia, custos operacionais, tamanho de propriedades.

**OPERATIONAL COST OF ANIMAL DRAWN AGRICULTURAL MACHINES
FOR DIFFERENT FARM SIZES**

ABSTRACT - The economic performance of an integrated agricultural machinery set (power source, machine and the operator) is determined through a relationship between the work produced and the expenditure incurred. Three types of costs usually referred in economics are: estimated cost, effective cost and commercial cost. This paper elaborates various steps to estimate and compare the cost of operation of wheeled tool-carrier and its implements as well as traditional equipment when used in different sizes of land holdings, for two cultivation systems in case of wheeled tool-carriers. The wheeled tool bar for attaching implement behind the chassi, a lifting mechanism to raise or lower the implements. The analysis shows that the cost per hectare is inversely proportional to land holding size. With the supposition of equality command area of traditional and wheeled tool-carrier type of equipment; the cost per hectare of traditional equipment is always inferior than that of other type in one of system of cultivation while in other system the cost per hectare of wheeled tool-carrier type of equipment becomes cheaper from 8 to 10 ha onward depending on integration of transportation activity or not in the analysis. However, with the limit of command area of 5 ha for traditional equipment and 15 ha for wheeled tool-carrier type of equipment, the operational costs of traditional equipment becomes higher than that of other type of equipment from 5 ha onward for both the systems analysed.

Index terms: agricultural machines, wheeled tool-carrier, economics, operational cost, farm size.

¹ Engenheiro Agrícola, Master of Technology, Consultor especialista em Mecanização Agrícola, CPATSA-EMBRAPA/IICA.

² Eng^o Agr^o, M.Sc. em Economia Rural, Pesquisador do CPATSA-EMBRAPA.

**CUSTOS OPERACIONAIS DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS
A TRACÇÃO ANIMAL EM VÁRIOS TAMANHOS DE PROPRIEDADE**

Harbaus Lal¹
Luiz Corsino Freire²

INTRODUÇÃO

O desempenho econômico de um conjunto integrado de máquinas agrícolas (fonte de potência, máquina propriamente dita e operador) é determinado pela relação entre a produção do conjunto e as despesas efetuadas para a realização do trabalho.

Entre as despesas, incluem-se também, necessariamente, as com depreciação de máquinas, juros sobre o capital empregado, salário do operador.

A este componente de despesas dá-se o nome de custo operacional, que expresso em unidade de tempo denomina-se custo/hora e representa o valor das despesas durante uma hora trabalhada.

Distinguem-se três tipos de custo/hora, Mialhe (1974):

a) **Custo previsto** - aplicado em planejamento, é obtido a partir de estimativa dos gastos a serem feitos, em decorrência da aquisição do conjunto e seu uso para operação no campo.

b) **Custo efetivo** - obtido a partir dos dados de controle dos gastos que foram feitos durante o período de utilização. Quanto mais apurados forem os critérios de previsão adotados, tanto menor será a diferença entre o custo pre-

¹ Eng^o Agrícola, Master of Technology, Consultor especialista em Mecanização Agrícola, CPATSA-EMBRAPA/IICA.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Especialista em Economia Rural, Pesquisador do CPATSA-EMBRAPA.

visto e o custo efetivo da hora de serviço.

c) Custo comercial ou de mercado - obtido pela prestação de serviços da máquina, sujeito às leis de oferta e procura; é extremamente variável e sua determinação se faz através de pesquisa de mercado, junto aos interessados em alugar máquinas.

No trabalho, são descritos os vários passos para se estimar e comparar os custos operacionais do chassi porta-implementos (Fig. 1) e seus conexos, bem como dos equipamentos tradicionais (Fig. 2), quando forem usados em vários tamanhos de propriedades, e em dois sistemas de cultivo.

Todavia, a adaptabilidade desses custos às várias situações depende do desvio entre os critérios de previsão adotados neste trabalho e os valores reais existentes no local.

Os equipamentos tipo chassi porta-implementos são definidos por Lima (1978) e Lal & Nunes (1980 e 1981), como um chassi de ferro montado sobre pneus com bitola ajustável ou fixa e em alguns casos equipados com assento para o operador. Em sua parte posterior existe uma barra de ferro à qual são acoplados os diferentes implementos usados nas diversas operações de campo. Existe um sistema de alavanca manual que aciona a barra com implementos, em movimentos ascendentes e descendentes à semelhança de um sistema hidráulico para trator.

ICRISAT (1981) denominou o chassi porta-implementos como Animal Drawn-Tool-Carrier e definiu como um chassi montado sobre duas rodas (usualmente pneus) com um cambão onde se engata a canga dos animais. O chassi básico tem uma barra onde se acoplam os diversos implementos por braçadeiras simples. A profundidade do trabalho pode ser ajustada para o requerimento operacional. O mecanismo de alavanca de unidade serve para levantar os implementos na posição de transporte e descer para a posição de trabalho. Os dispositivos de travas seguram os implementos nas duas posições (de trabalho e de transporte), firmemente.

Comparado com outros equipamentos comuns, o chassi



FIGURA 1 — Chassi porta-implementos adaptado pelo CPATSA-EMBRAPA



FIGURA 2 — Aração com equipamento tradicional

porta-implementos apresenta as seguintes vantagens (Dirigente Rural 1981): em um único chassi podem ser usados os mais diversos implementos necessários às operações de campo e transporte; o sistema manual de alavanca permite controlar, de modo satisfatório, a profundidade da operação; dispensa o uso manual para segurar os equipamentos, principalmente o do controle de profundidade; permite que o operador trabalhe sentado, o que significa menor desgaste físico; apresenta alta eficiência de campo, quando usado para operação de cultivo, sulcamento e capina.

METODOLOGIA

As parcelas a serem computadas na avaliação dos custos operativos podem ser agrupados em:

- a. custos fixos ou de propriedade;
- b. custos variáveis

Os vários itens incluídos nos custos fixos e variáveis de tratores e seus implementos, relacionados por Hunt (1977), Mialhe (1974) e Frank (1977), são:

Custos fixos

- . amortização do capital investido
- . juros sobre o capital não amortizado
- . depreciação da máquina e sua fonte de potência
- . despesas do alojamento
- . prêmios de seguro
- . taxas, impostos, etc.

Custos variáveis

- . combustíveis e lubrificantes
- . material de substituição periódica
- . reparos (serviços mecânicos e peças de reposição)
- . custo do operador.

No caso das máquinas a tração animal, algumas das despesas relacionadas não são efetuadas, ou seja, são tão baixas, que podem ser eliminadas, sem afetar o custo/hora significativamente. Assim, serão considerados os dois principais itens de cada grupo de custos, que representam a maior percentagem do custo/hora, quais sejam:

1. depreciação e juros sobre capital, no caso de custo fixo;
2. custo de reparo e manutenção e custo do operador e dos animais, no caso de custos variáveis.

CUSTO FIXO

O custo fixo, composto de depreciação e juros, é calculado pelo método chamado de juro composto, por Mialhe (1974), ou Recuperação do Capital por Retorno (Capital Recovery With Return), por Bartholomew (1981); a Recuperação do Capital por uma Série de Pagamento Igual (Equal-Payment Series, Capital Recovery), por Fabrycky & Torgersen (1966), no qual se emprega a seguinte equação:

$$R = \frac{C \times i (1 + i)^n}{\{ (1 + i)^n - 1 \}} \quad \text{equação (I)}$$

onde:

R = valor anual da amortização, incluindo juro.

C = capital primitivo (custo de aquisição de máquina).

i = taxa de juros (em centésimos).

n = números de anos (vida útil da máquina).

Cálculo de custos fixos

Para se calcular os custos fixos, usando-se o método de juros compostos pela equação (I), precisa-se do custo inicial das máquinas, sua vida útil em anos e/ou em horas de trabalho por ano.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os custos dos equipamentos tradicionais e melhorados respectivamente.

A capacidade de campo das diversas operações foi estimada usando-se a equação dada por Hunt (1977) e Frank (1977).

$$C_c = L \times V \times E_f \times 0,36 \quad \text{equação (II)}$$

onde:

C_c = Capacidade de campo (ha/h)

L = Largura de trabalho (m)

V = Velocidade de deslocamento (m/s)

E_f = Rendimento operacional (em centésimos).

Com largura de trabalho dependente dos equipamentos e o rendimento operacional de 70%, foram calculadas as capacidades de campo de várias operações, com equipamentos tradicionais e chassi-porta-implem^{to}s em dois sistemas de cultivo, como podem ser vistos na Tabela 3.

Os dois sistemas de cultivo referidos são:

1. Sistema 1. Cultivo em sulcos e camalhões, no qual o preparo do solo é feito arando-se todo o terreno.
2. Sistema 2. Cultivo em sulcos e camalhões, no qual o preparo é feito arando-se somente as linhas de plantio.

Usando-se a equação (II), calculou-se a capacidade de campo para aração, com diversos tipos de equipamento conforme pode ser visto a seguir:

Equipamentos tradicionais

- | | |
|-------------------------------|--------------|
| a) Largura de Corte | 0,20 m |
| b) Velocidade de Deslocamento | 1,0 m/s |
| c) Rendimento Operacional | 70% |
| d) Capacidade de Campo | 0,05 ha/hora |

TABELA 1. Conjunto de equipamentos tradicionais e seus preços.

Equipamentos	Preço/unidade (Cr\$)
Arado de aiveca simples	4.000,00
Cultivador de cinco enxadas	5.000,00
Sulcador de uma linha	4.000,00
Plantadeira simples (tipo matraca)	1.000,00
Carroça tradicional	30.000,00

Fonte: COCANE, Petrolina, maio/1982.

TABELA 2. Conjunto de equipamentos melhorados e seus preços.

Equipamentos	Preço/unidade (Cr\$)
Chassi porta-implementos, braçadei <u>r</u> a e canga	80.000,00
Arado de aiveca	6.000,00
Sulcador	5.000,00
Plantadeira tipo funil	5.000,00
Enxada de cultivos	2.000,00
Carroça (plataforma)	15.000,00

Fonte: Oficina Vencedora, Petrolina, maio/1982.

TABELA 3. Capacidade de campo das diversas operações, com vários tipos de equipamentos.

Equipamentos Operação	Tradicionais ha/hora	Chassi porta-implementos	
		Sistema 1 ^z ha/hora	Sistema 2 ^y ha/hora
Aração	0,05	0,05	0,378
Cultivo	0,125	0,378	0,378
Sulcamento	0,378	0,378	0,378
Plantio	0,189	0,378	0,378
Capina	0,189	0,378	0,378

^z Sistema 1, cultivo em sulcos e camalhões, onde se ara o terreno totalmente cada ano.

^y Sistema 2, cultivo em sulcos e camalhões de 1,50 m, onde se ara somente nas linhas de plantio.

Chassi porta-implementos (Sistema 1)

- a) Largura de Corte 0,20 m
- b) Velocidade de Deslocamento 1,0 m/s
- c) Rendimento Operacional 70%
- d) Capacidade de Campo 0,05 ha/hora

Chassi porta-implementos (Sistema 2)

- a) Largura de Trabalho 1,5 m
- b) Velocidade de Deslocamento 1 m/s
- c) Rendimento Operacional 70%
- d) Capacidade de Campo 0,378 ha/hora

Baseado nestas capacidades de campo e no número de operações requeridas durante o ciclo da cultura, foram calculadas as horas, por hectare, requeridas para as operações individual e global, para o ciclo da cultura conforme a Tabela 4.

TABELA 4. Requerimento de horas de trabalho por hectare com diferentes tipos de equipamentos.

Operação	Requerimento da operação (número)	Equipamentos					
		Tradicional		Chassi Porta-Implementos			
		Capacidade de campo (ha/h)	Horas requeridas por ha	Capacidade de campo (ha/h)	Horas requeridas por ha	Rendimento (ha/h)	Horas requeridas por ha
Aração	1	0,05	20,00	0,05	20,00	0,378	2,65
Cultivo	2	0,125	16,00	0,378	5,30	0,378	5,30
Sulcamento	1	0,189	5,30	0,378	2,65	0,378	2,65
Plantio	1	0,189	5,30	0,378	2,65	0,378	2,65
Capina	2	0,189	10,60	0,378	5,30	0,378	5,30
Total	-	-	57,20	-	35,90	-	18,55

VIDA POTENCIAL E VIDA REAL

O principal fator isolado a influir nos custos horários de trabalho de uma máquina é o volume de utilização. O número de dias de uso das máquinas depende da área cultivada e dimensão de suas parcelas.

Supondo-se vida útil de 1.500 horas para equipamentos tradicionais e 2.000 horas para carroça tradicional, 3.000 horas para o chassi porta-implementos e 1.500 horas para os seus implementos, a Tabela 5 mostra as vidas potenciais e reais dos equipamentos, incluindo 150, 175, 200 e 225 horas de uso de transporte nas propriedades de 3, 5, 10 e 15 hectares, respectivamente.

TABELA 5. Vida potencial e real dos equipamentos em vários tamanhos de propriedade.

Equipamento	hora/ha	Tamanhos de propriedades											
		3 ha			5 ha			10 ha			15 ha		
		Uso anual (h)	Vida potencial (ano)	Vida real (ano)	Uso anual (h)	Vida potencial (ano)	Vida real (ano)	Uso anual (h)	Vida potencial (ano)	Vida real (ano)	Uso anual (h)	Vida potencial (ano)	Vida real (ano)
Tradicional													
Arado de aiveca	20,00	60,0	25,0	10	100,00	15,0	10	200,0	7,5	8	300,0	5,0	5
Cultivador	26,60	79,8	56,4	10	133,00	11,3	10	266,0	5,6	6	399,0	3,7	4
Sulcador	5,30	15,9	94,3	10	26,50	56,6	10	53,0	28,3	10	79,5	18,8	10
Plantadeira	5,30	15,9	94,3	10	26,50	56,6	10	53,0	28,3	10	79,5	18,8	10
Carroça	-	150,00	13,3	10	175,00	11,4	10	200,0	10,0	10	225,0	8,8	9
Melhorado Chassi porta-implementos)													
Sistema 1													
Arado de aiveca	20,00	60,00	25,0	10	100,00	15,0	10	200,0	7,5	8	300,0	5,0	5
Cultivador	10,60	31,80	47,2	10	53,00	28,3	10	106,0	14,1	10	159,0	9,4	10
Sulcador	2,65	7,95	188,0	10	13,25	113,0	10	26,5	56,5	10	39,0	37,7	10
Plantadeira	2,65	7,95	188,0	10	13,25	113,0	10	26,5	56,5	10	39,0	37,7	7
Carroça	-	150,00	10,0	10	175,00	8,6	9	200,0	7,5	8	225,0	6,6	7
Chassi	-	257,70	11,6	10	354,50	8,5	9	559,0	5,3	6	763,5	3,6	4
Sistema 2													
Arado de aiveca	2,65	7,95	188,0	10	13,25	113,0	10	26,5	56,5	10	39,0	37,7	10
Cultivador	10,60	31,80	47,2	10	53,00	28,3	10	106,0	14,1	10	159,0	9,4	10
Sulcador	2,65	7,95	188,0	10	13,25	113,0	10	26,5	56,5	10	39,5	37,7	10
Plantadeira	2,65	7,95	188,0	10	13,25	113,0	10	26,5	56,5	10	39,5	37,7	10
Carroça	-	150,00	10,0	10	175,00	8,6	9	200,0	7,5	8	225,0	6,6	7
Chassi	-	205,00	14,6	10	267,00	11,3	10	385,5	7,8	8	502,0	5,9	6

A vida potencial em anos foi calculada dividindo-se o número de horas da vida útil da máquina por suas horas de utilização na propriedade. A vida real, para efeito de cálculos neste trabalho, foi estabelecida em, no máximo, dez anos.

A partir da vida real e do custo inicial, calculou-se o pagamento anual, incluindo depreciação e juros, usando a equação (I).

CUSTOS VARIÁVEIS

Os custos variáveis compõem-se dos gastos de substituição e reparos e dos gastos com operador e animais. Os custos de reparo e manutenção são importantes porque qualquer máquina, por melhor que sejam as condições sob as quais é utilizada, necessita de reparos incluindo os chamados serviços mecânicos (mão-de-obra) e prováveis substituições de peças quebradas, desgastadas, etc.

Usualmente, a previsão das despesas com reparos é tomada como uma percentagem do custo inicial da máquina. Vários autores indicam diferentes magnitudes dos custos de reparos como percentagem de custo inicial das máquinas agrícolas. Segundo Mialhe (1974), esses valores preconizados na literatura são reproduzidos na Tabela 6.

Bartholomew (1981) diz que o custo médio de reparo e manutenção pode ser obtido por um levantamento dos fazendeiros, usando a máquina particular. Hunt (1977) relaciona alguns implementos de tratores, dando seus custos de reparos e manutenção na percentagem de custo inicial da máquina, como se encontra na Tabela 7.

Com relação às máquinas a tração animal, tipo chassi porta-implementos, desenvolvidos e introduzidos recentemente no Brasil, Lal & Nunes (1980 e 1981), ora fabricados em escala comercial pela Ceará Máquinas Agrícolas, (CEMAG), Fortaleza, CE e Oficina Vencedora, Petrolina, PE, bem como os equipamentos tradicionais fabricados por vários fabricantes no País, tais como BALDAM Implementos

TABELA 6. Valores de reparo e manutenção como percentagem do custo inicial do trator, citados por vários autores, segundo Mialhe (1974).

Autor	Valores de reparos e manutenção
Correa (1965)	80% do valor inicial, durante toda a vida útil.
Lason et al., citado por Correa (1965)	3,5% do valor inicial, anualmente
Richey, citado por Correa (1965)	35% do valor inicial, durante uma vida útil de 7.500 horas
Asae, citado por Moreira & Menezes (1973)	Para tratores de roda, 120 a 150% de valor inicial, durante toda a vida útil. Para tratores de esteiras, 78 a 100% do valor inicial, durante toda a vida útil.

TABELA 7. Custos de reparo e manutenção como percentagem do custo inicial de alguns implementos de trator, Hunt (1977).

Máquina	Custo de reparo e manutenção como percentagem de custo inicial
Cultivador	150
Grade de disco	168
Arado de disco	113
Arado de aiveca	175
Semeadeira	96
Plantadeira	84
Segadeira	240
Colhedeira de batata	40

Agrícolas, Matão S.P.; José J. Sans S/A, Indústria e Comércio, Santa Bárbara D'Oeste S.P.; e Marchesan, Implementos e Máquinas Agrícolas "TATU" S.A., Matão S.P., não existe nenhuma informação sobre o custo de reparo desses tipos de equipamento durante a sua vida útil.

Neste trabalho, o custo de reparo e manutenção foi estimado em 100% de custo inicial durante a vida útil da máquina.

O custo do operador e dos animais pode ser calculado usando o mesmo princípio de cálculo utilizado com outras máquinas, Inns (1980) e Saad (1978), mas, para simplificação, o custo da diária do animal mais operador foi baseado em experiências dos pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), fixado em Cr\$ 1.000,00 por jornadas de 8 horas de trabalho.

A Tabela 8 mostra o custo fixo (depreciação e juros) e custo de reparo e manutenção anual com diferentes vidas reais, dependendo do tamanho da propriedade, para várias máquinas.

CUSTO/HORA E CUSTO DURANTE O CICLO DA CULTURA

Os custos fixos acrescidos dos gastos com reparo e manutenção por hora são mostrados na Tabela 9. O custo anual, nesta tabela, foi tirado da Tabela 8, levando-se em consideração a vida real da máquina referente a cada propriedade como aparece na Tabela 5.

Para se calcular o custo/hora das operações, com vários implementos, foi somado o custo fixo por hora de implemento, calculado na Tabela 9, com o custo horário do animal e operador (Cr\$ 125,00) ou custo horário do operador (Cr\$ 62,50) somente para o plantio, no caso dos implementos tradicionais.

Por outro lado, no caso dos implementos melhorados (chassi-porta-implementos), somou-se o custo fixo por hora do implemento e do chassi com o custo horário do operador e do animal (Cr\$ 125,00), de acordo com a Tabela 10.

TABELA 8. Custos fixo e de manutenção dos vários implementos com diferentes vidas reais.

Implementos	Custo inicial (Cr\$)	Vida real (anos)	Pagamento ^z anual (Cr\$)	Manutenção ^y anual (Cr\$)	Total/ano (Cr\$)
1	2	3	4	5	4 + 5
Tradicional					
Arado de aiveca	4.000,00	10	1.473,27	400,00	1.873,27
		8	1.539,55	500,00	2.039,55
		5	1.801,83	800,00	2.601,83
Cultivador	5.000,00	10	1.841,59	500,00	2.341,59
		6	2.096,30	833,33	2.929,60
		4	2.503,83	1.250,00	3.753,83
Sulcador	4.000,00	10	1.473,27	400,00	1.873,27
Plantadeira	1.000,00	10	368,32	100,00	468,32
Carroça	30.000,00	10	11.049,60	3.000,00	14.049,6
		9	11.255,78	3.333,33	14.589,11
Melhorado					
Arado	6.000,00	10	2.209,91	600,00	2.809,91
		8	2.309,32	750,00	3.059,32
		5	2.702,75	1.200,00	3.902,75
Arado (2 unidades)	12.000,00	10	4.419,82	1.200,00	5.619,82
Sulcador	10.000,00	10	3.683,18	1.000,00	4.683,18
Enxada de cultivo	10.000,00	10	3.683,18	1.000,00	4.683,18
Plantadeira	5.000,00	10	1.841,59	500,00	2.341,59
Carroça	15.000,00	10	5.524,77	1.500,00	7.024,77
		9	5.627,89	1.666,67	7.294,50
Chassi	80.000,00	10	29.465,47	8.000,00	37.465,47
		9	30.015,30	8.888,89	38.904,19
		8	30.790,96	10.000,00	40.790,96
		6	33.540,77	13.333,33	46.874,10
		4	40.061,13	20.000,00	60.061,13

$$^z \text{ Pagamento anual} = \frac{Cx \cdot i \cdot (1 + i)^n}{\{ (1 + i)^n - 1 \}}$$

c = Custo inicial (Cr\$)

i = Taxa de juro (0,35)

n = Vida real (anos)

$$^y \text{ Manutenção anual} = \frac{\text{Custo inicial (Cr\$)}}{\text{Vida real (anos)}}$$

TABELA 9. Custos fixos acrescidos dos custos de manutenção dos implementos, por hora, nos vários tamanhos de propriedade.

Equipamentos	Tamanho da propriedade	3 ha			5 ha			10 ha			15 ha			
		Implementos	Custo anual (Cr\$)	Uso anual (h)	Custo/h (Cr\$)	Custo anual (Cr\$)	Uso anual (h)	Custo/h (Cr\$)	Custo anual (Cr\$)	Uso anual (h)	Custo/h (Cr\$)	Custo anual (Cr\$)	Uso anual (h)	Custo/h (Cr\$)
Tradicional	Arado	1.873,27	60,00	31,22	1.873,27	100,00	18,73	2.039,55	200,0	10,20	2.601,00	300,00	8,67	
	Cultivador	2.341,59	79,80	29,34	2.341,59	133,00	17,61	2.929,63	266,0	11,01	2.753,82	399,00	9,41	
	Sulcador	1.873,27	15,90	117,24	1.873,27	26,50	70,69	1.873,27	53,0	35,34	1.873,27	79,50	23,58	
	Plantadeira	468,32	15,90	29,45	468,32	26,50	17,67	468,32	53,0	8,80	468,32	79,50	5,85	
	Carroça	14.049,60	150,00	93,66	14.049,60	175,00	80,28	14.049,60	200,0	70,25	14.589,07	225,00	64,84	
Melhorado (Chassi-Implementos)	Sistema 1	Arado	2.809,91	60,00	46,83	2.809,91	100,00	28,09	3.059,32	200,0	15,30	3.902,75	300,00	13,01
		Sulcador	4.683,80	7,95	589,09	4.683,18	13,25	353,45	4.683,18	26,5	176,72	4.683,18	39,75	117,82
		Cultivador	4.683,18	31,80	147,27	4.683,18	53,00	88,36	4.683,18	106,0	44,18	4.683,18	159,00	29,45
		Plantadeira	2.341,59	7,95	308,51	2.341,59	13,25	176,72	2.341,59	26,5	88,36	2.341,90	39,75	58,91
		Carroça	7.024,00	150,00	46,83	7.024,00	175,00	40,14	7.648,30	200,0	38,24	8.125,86	225,00	36,11
		Chassi	37.465,47	257,70	145,38	38.904,18	354,50	109,74	46.874,11	559,0	83,85	60.061,00	763,50	78,67
	Sistema 2	Arado	5.619,82	7,95	706,90	5.619,82	13,25	424,14	5.619,82	26,5	212,07	5.619,82	39,75	141,38
		Cultivador	4.683,18	31,80	147,27	4.683,18	53,00	88,36	4.683,18	106,0	44,18	4.683,18	159,00	29,45
		Sulcador	4.683,18	7,95	589,08	4.683,18	13,25	353,45	4.683,18	26,5	176,72	4.683,18	39,50	118,56
		Plantadeira	2.341,59	7,95	294,54	2.341,59	13,25	176,70	2.341,59	26,5	88,36	2.341,59	39,50	59,28
		Carroça	7.024,00	150,00	46,83	7.024,00	175,00	40,14	17.024,00	200,0	35,12	7.294,00	225,00	32,42
		Chassi	37.465,47	205,65	182,76	37.465,47	267,15	140,32	40.790,00	385,5	105,80	46.874,00	502,00	92,37

TABELA 10. Custo/hora (Cr\$) das operações com vários equipamentos, nos vários tamanhos de propriedade.

Operação	Tradicional ^z	Equipamentos	
		Melhorado (Chassi porta-implementos) ^y	
		Sistema 1	Sistema 2
Tamanho da propriedade - 3 ha			
Aração	156,22	317,21	1.014,06
Cultivo	154,34	417,38	454,43
Sulcamento	242,24	859,47	896,24
Plantio	91,95	578,89	601,70
Utilização da carroça	218,66	317,21	353,99
Tamanho da propriedade - 5 ha			
Aração	143,73	262,83	689,46
Cultivo	142,61	323,10	353,68
Sulcamento	195,69	588,12	618,77
Plantio	80,17	411,46	442,02
Utilização da carroça	205,26	274,90	305,46
Tamanho da propriedade - 10 ha			
Aração	135,20	224,15	442,87
Cultivo	136,61	253,03	274,98
Sulcamento	160,24	385,57	407,52
Plantio	71,30	297,21	319,16
Utilização da carroça	195,25	247,09	265,92
Tamanho da propriedade - 15 ha			
Aração	133,67	216,67	358,75
Cultivo	134,41	233,11	246,82
Sulcamento	148,56	321,48	335,93
Plantio	68,35	262,57	273,66
Utilização da carroça	899,85	239,77	249,79

^z Custo/hora = Custo/hora (implemento + operador + animal)

^y Custo/hora = Custo/hora (implemento + chassi + operador + animal)

Baseado nestes custos/hora e no número de horas requeridas nos diferentes tamanhos das propriedades, calcularam-se os custos das operações. No caso de cultivo e capina, usou-se o mesmo valor de custo/hora no mesmo sistema e tamanho de propriedade. Estas duas operações são feitas com os mesmos implementos, à semelhança de equipamentos tradicionais e/ou melhorados.

Somando-se os custos das várias operações, achou-se o custo total das operações de campo durante o ciclo da cultura nos vários tamanhos de propriedade.

O custo por hectare foi calculado dividindo-se o custo total pela área da propriedade. Foram calculados os custos por hectare em duas situações, isto é, com e sem o uso da carroça.

As Tabelas 11 e 12 mostram os cálculos dos custos e os valores calculados respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para estudar o efeito de tamanho de propriedades sobre o custo por hectare das operações durante o ciclo da cultura, foram plotados os valores calculados para vários tamanhos de propriedade.

As Figuras 3 e 4, mostram a variação com e sem os custos de uso de carroça. Essas curvas são feitas pressupondo-se que todos os equipamentos têm capacidade de atender ao requerimento de trabalho até 15 ha.

Entretanto, os equipamentos tradicionais, tendo menor capacidade de campo (requerem mais horas de trabalho por unidade de área) que os do tipo chassi porta-implementos, têm conseqüentemente, reduzida a sua área de comando. A área de comando do chassi porta-implementos, já foi estimada por Lal (1981) em aproximadamente 15 ha.

Quanto aos equipamentos tradicionais as evidências empíricas indicam um limite máximo de área de comando de 5 ha. Em decorrência, as propriedades que cultivam mais

TABELA 11. Custo total por operação e por ciclo de cultura com diferentes tipos de equipamentos nos vários tamanhos de propriedade.

Tamanho/propriedade	Equipamentos (custos em Cr\$) ^z											
	Tradicional				Melhorados							
					Sistema 1				Sistema 2			
	3	5	10	15	3	5	10	15	3	5	10	15
Aração	9.373,20	14.173,00	27.058,00	40.101,00	19.032,60	26.283,00	44.826,00	65.000,00	8.061,78	9.535,35	11.736,06	14.260,31
Cultivo	7.408,32	11.408,80	21.857,60	32.258,40	6.636,34	8.562,15	13.410,59	18.532,24	7.225,44	9.372,52	14.573,94	19.622,19
Sulcamento	3.851,62	5.185,79	8.492,72	11.810,52	6.832,79	7.792,59	10.217,61	12.778,83	7.125,11	8.198,70	10.640,28	13.353,22
Plantio	1.462,01	2.124,51	3.778,90	5.433,83	4.602,18	5.455,85	7.876,07	10.437,16	4.783,52	5.856,11	8.487,74	10.877,99
Capina	4.908,01	7.550,33	14.480,00	21.371,19	6.636,34	8.562,15	13.410,59	18.532,25	7.225,44	9.372,52	14.573,94	19.622,16
Utilização de carroça	32.800,50	35.924,00	39.050,00	42.716,25	47.581,50	48.107,50	49.398,00	53.948,25	53.098,50	53.455,50	53.184,00	56.202,75
Custo total por ciclo de cultura	59.803,66	76.366,43	114.717,88	153.691,19	91.323,75	104.479,40	139.138,86	180.606,80	87.519,79	95.390,70	113.165,96	133.938,62
Custo/ha ^y com carroça	19.934,55	15.273,29	11.471,70	10.246,00	30.441,25	20.951,85	13.913,89	12.040,40	29.173,20	19.078,14	11.316,60	8.929,24
Custo/ha ^x sem carroça	9.001,05	8.088,49	7.566,78	7.398,78	14.580,75	11.274,38	8.974,09	8.455,85	11.473,76	8.387,04	5.998,20	5.182,39

^z Custo/ha x hora requerida^y Custo total com carroça/tamanho de propriedade^x Custo total sem carroça/tamanho de propriedade

TABELA 12. Custos por hectare de ciclo de cultura nos vários tamanhos de propriedade, com e sem carroça.

Tamanho da Propriedade (ha)	Equipamentos					
	Tradicional		Melhorados (Chassi Porta-Implementos)			
			Sistema 1		Sistema 2	
	Custo/ha (Cr\$)		Custo/ha (Cr\$)		Custo/ha (Cr\$)	
	Com carroça	Sem carroça	Com carroça	Sem carroça	Com carroça	Sem carroça
3	19.934,55	9.001,05	30.441,75	14.580,75	29.173,20	11.473,76
5	15.273,29	8.088,49	20.951,85	11.274,38	19.078,70	8.387,04
10	11.471,70	7.566,78	13.852,29	8.974,09	11.316,60	5.998,20
15	10.246,00	7.398,33	12.040,40	8.455,85	8.929,24	5.182,39

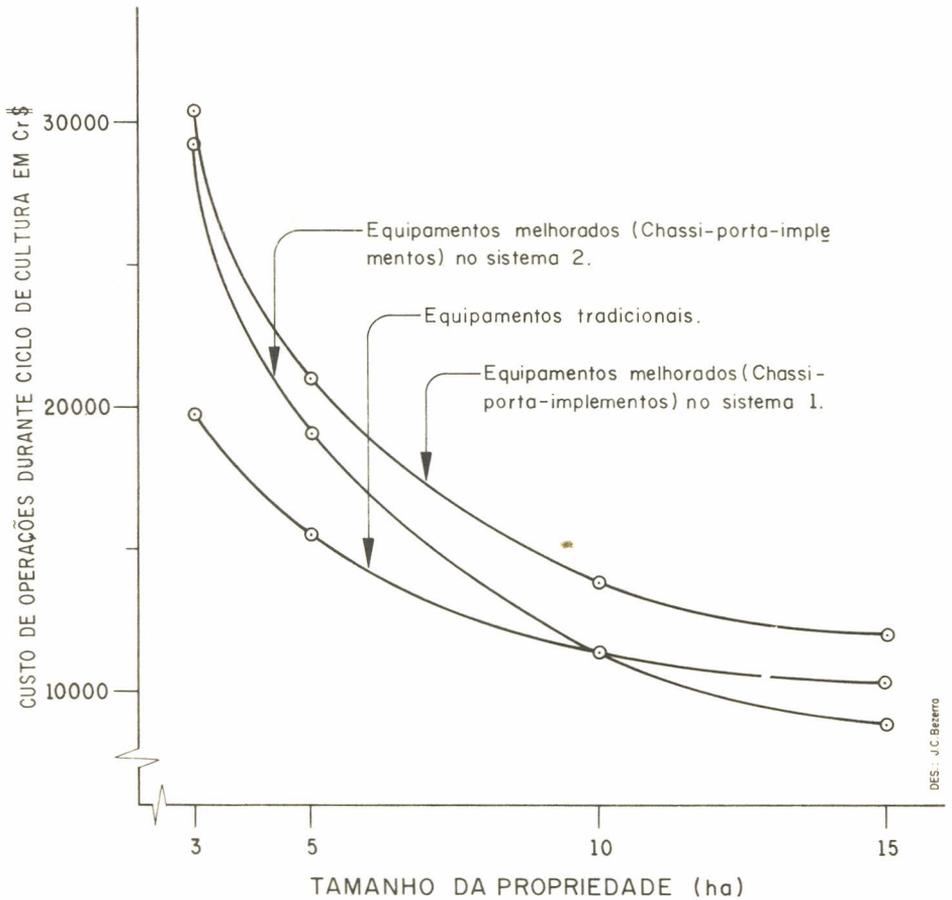


FIGURA 3 - Custo por hectare durante o ciclo da cultura nos vários tamanhos de propriedade com uso de carroça (sem limite de área de comando).

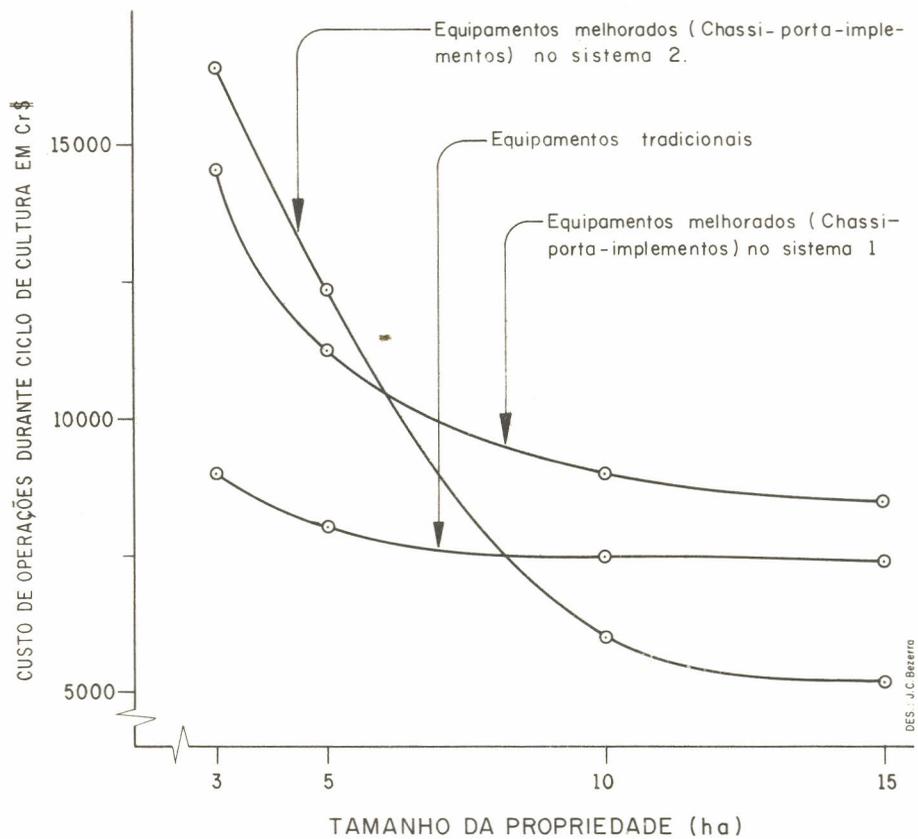


FIGURA. 4 - Custo por hectare durante o ciclo de cultura nos varios tamanhos de propriedade sem uso de carroça (sem limite de área de comando).

de 5 ha necessitam suplementar-se com mais um conjunto de equipamentos tradicionais para cada 5 ha excedentes ou menos, o que implica em elevação de custos/ha conforme pode ser visto na curva 5 (Fig. 5)..

Na figura 3, observa-se que, para todos os equipamentos, os custos, por hectare, são inversamente proporcionais ao tamanho da propriedade. Em que pese a igualdade de área de comando dos equipamentos tradicionais bem como dos chassis porta-implemento o custo/ha dos equipamentos tradicionais são sempre menores que o do segundo tipo operado no Sistema 1.

Por outro lado, os equipamentos do segundo tipo, operando no Sistema 2, apresentam custos superiores aos tradicionais até o limite de área de 10 ha. Numa área de 10 ha os dois tipos de equipamento se equiparam, em termos de custos/ha e a partir deste limite os equipamentos tipo chassi porta-implementos apresentam custo operacional inferior aos tradicionais.

Na Fig. 4 nota-se que, também neste caso, os custos são inversamente proporcionais à área. Entretanto, o conjunto tradicional, a partir de 5 ha, apresenta custos quase constantes, visto que na sua composição a maior percentagem é devido ao operador e aos animais de tração, que têm um custo/hora constante.

O custo operacional dos equipamentos melhorados, operando no Sistema 1, é sempre maior que o custo dos equipamentos tradicionais, sendo que a diferença é bastante reduzida à medida que se aumenta a área da propriedade.

Redução mais significativa é observada no Sistema 2, no caso de equipamentos melhorados quando se aumenta o tamanho da propriedade. Nota-se que, com 3 ha, o custo/ha é maior que os demais sistemas.

Em torno de 5,5 ha os dois sistemas melhorados se equivalem mas ainda são bem superiores ao custo dos equipamentos tradicionais. Aumentando-se a área para cerca de 8 ha, o conjunto melhorado operando no Sistema 2 apresenta o mesmo custo operacional que o conjunto tradicional.

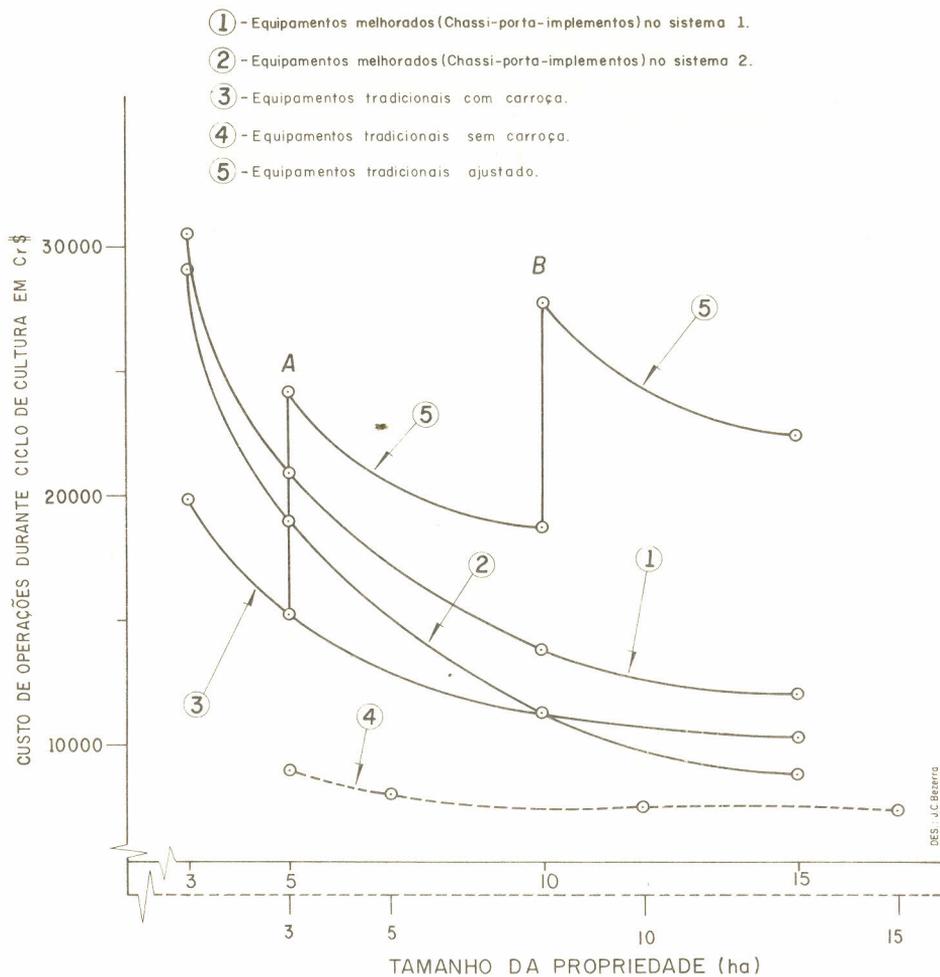


FIGURA 5 - Custo por hectare durante o ciclo da cultura, nos vários tamanhos de propriedade com carroça (com limite de área de comando de 5 ha para equipamentos tradicionais e 15 ha para equipamentos melhorados).

A partir de 8 ha, aquele sistema apresenta os menores custos operacionais e a diferença se acentua à medida que se aumenta a área.

Até aqui, foram descritos os custos operacionais supondo-se igualdade de área de comando. Como já foi dito, as evidências empíricas indicam que, para os equipamentos tradicionais, o limite da área de comando será em torno de 5 ha.

Na Fig. 5, procurou-se evidenciar os custos de todos os conjuntos anteriormente descritos, sem a suposição de igualdade de área de comando.

As curvas 1, 2 e 3 são as mesmas da Fig. 3, antes comentada.

A curva 4 representa os custos dos equipamentos tradicionais, sem o uso de carroça, comentada na Fig. 4. Entretanto, para efeito de posterior adição à curva 5, deslocou-se a sua origem, isto é, o seu início representa os custos para uma propriedade de 3 ha e não 5 ha como está indicado para as demais curvas.

Analisando-se a Fig. 5, observa-se que a curva 1 ao atingir o limite de 5 ha (limite de área de comando), por impossibilidade de atender ao requerimento de serviços, o agricultor será obrigado a adquirir mais um conjunto de equipamentos tradicionais e os custos se elevarão para o ponto A na curva 5. Daí vai decrescendo com o aumento da área até atingir o limite de 10 ha quando um terceiro conjunto deverá ser adquirido para atender ao requerimento de serviços. Com isto, os custos se elevarão para o ponto B. Observa-se, portanto, que a partir dos 5 ha os custos dos equipamentos tradicionais são mais caros que os melhores operando em qualquer sistema.

CONCLUSÕES

1. O custo operativo das máquinas a tração animal diminui com o aumento de intensidade do seu uso/ano.

2. As máquinas tradicionais, tendo menor custo inicial, têm o ponto de equalização (a partir do qual os custos por hectare ficam constantes) menor do que os equipamentos melhorados.

3. As máquinas tradicionais mostraram-se mais econômicas até 5 ha, a partir daí as máquinas tipo chassi porta-implemto serão mais econômicas, além de produzirem um trabalho de melhor qualidade que o tradicional. Por outro lado, o chassi permite o operador trabalhar sentado, resultando em menor cansaço e talvez alto rendimento operacional, o que deverá ser testado em trabalhos futuros, com vistas à análise.

4. Neste trabalho todos os cálculos foram feitos manualmente. Entretanto, dispõe-se, atualmente, de um programa computadorizado no CPATSA para testar a variabilidade dos custos operacionais à medida que se modifiquem os custos iniciais, vida útil da máquina e implementos e outros fatores dependentes de locais específicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTHOLOMEW, R.B. Farm machinery costing under inflation. Trans. ASAE, 24(4):843-5, Jul./Aug. 1981.
- FABRYCKY, W.J. & TORGERSEN, P.E. Interest, depreciation, and equivalence. In: _____. Operations economy: industrial applications of operations research. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1966. Cap. 6, p.123-53.
- FRANK, R.G. Costos y administración de la maquinaria agrícola. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1977. 385p.
- HUNT, D. Economic performance. In: _____. Farm power and machinery management; laboratory manual and workbook. 7.ed. Ames, Iowa State University Press, 1977. Part 1, p.1-59.
- INNS, F.M. Animal power in agricultural productions; with special reference to Tanzania. World Anim. Rev., (34): 2-10, 1980.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Patancheru, AP, India. The animal-drawn wheeled tool carrier. Patancheru, AP, 1981. n.p.il. (ICRISAT. Information Bulletin, 8).
- LAL, H. Desempenho operacional do chassi porta-implementos à tração animal em sistema de cultivo em sulcos e camalhões 1,50 m. s.n.t. 9p. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Brasília, Junho, 1981.
- LAL, H. & NUNES, P.F. Como construir o "Multicultor CPATSA" numa oficina local. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1980. 22p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 2).
- LAL, H. & NUNES, P.F. Multicultor CPATSA: fabricação e uso.

- Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1981. 96p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 6).
- LIMA, A.F. Relatório de visita ao ICRISAT. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1978. 60p. il.
- MÁQUINAS de tração animal reconquistam os campos. Dirig. rural, São Paulo, 20(7):8-12, Jul. 1981.
- MIALHE, L.G. Manual de mecanização agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres, 1974. 301p. il. (Ceres, 11).
- MOREIRA, C.A. & MENEZES, J.F. O custo operacional da maquinaria agrícola. Atual. agron., São Paulo, SP. 1(1):39-48, 1973.
- SAAD, O. Animais domésticos. In: _____. Seleção do equipamento agrícola. 2.ed. São Paulo, Nobel, 1978. Cap. 4, p.21-38.

PEDE-SE PERMUTA DE PUBLICAÇÕES
ON DEMANDE L'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS
WE ASK FOR PUBLICATION EXCHANGE
MAN BITTET UM PUBLIKATIONAUSTAUSCH

Editoração
Comitê de Publicações do CPATSA
Impressão GRAFSET