

MODELO MATEMÁTICO SIMPLES DO RENDIMENTO OPERACIONAL E QUANTIFICAÇÃO DOS SEUS PARÂMETROS PARA CHASSI PORTA-IMPLEMENTOS À TRACÇÃO ANIMAL¹

HARBANS LAL²

RESUMO - O rendimento operacional em campo estima o total de área não trabalhada em virtude do tempo consumido com o preparo da máquina, com as idas e vindas do galpão ao campo, com o não-aproveitamento integral das dimensões dos órgãos ativos, com o tempo gasto nos retornos nas extremidades, e com as interrupções do trabalho. O rendimento operacional pode ser definido por componentes de tempo, em modelo matemático: $R_o = \frac{T_o}{T_e + T_h + T_a} \times 100$. Com base neste modelo, elab-

ora-se outro, mais simples relacionando os parâmetros mensuráveis pela mostragem como velocidade de deslocamento (V), tempo de giro (T) e eficiência de tempo (Eft). Este trabalho testa o modelo simples com variação de diferentes variáveis independentes, com base nas informações existentes na literatura, e os valores encontrados nas experimentações realizadas para avaliar os efeitos de comprimento da parcela, número de implementos usados, tipo de operação e tipo de chassi porta-implementos, que podem efetuar os valores de V, T e Eft.

Termos para indexação: mecanização agrícola, capacidade de campo.

SIMPLE MATHEMATICAL MODEL OF FIELD EFFICIENCY AND QUANTIFICATION OF ITS COMPONENTS FOR ANIMAL DRAWN WHEELED TOOL CARRIER

ABSTRACT - Operational field efficiency in agricultural operations estimates the amount of area not worked due to time consumed in machine preparation, transport of the machine from farmstead to the field and back, inappropriate utilization of the working width, turning time at each end and other interruption during the working day. The operational efficiency in terms of various time components

can be expressed in a mathematical model: $(R_o = \frac{T_o}{T_e + T_h + T_a} \times 100)$. Based on this model, a simpler

model has been elaborated for field efficiency relating it to parameters such as speed of operation (V), turning time (T) and time efficiency (Eft), which can be easily measured in the field through sampling. The paper tests this simple model with variation of different independent variables based on literature, and figures obtained during field experimentation, to evaluate the effects of length of run, number of attachment, type of operation and wheeled tool carrier which could affect V, T and Eft.

Index terms: agricultural mechanization, field capacity.

INTRODUÇÃO

Máquinas, implementos ou equipamentos apropriados são indispensáveis na agricultura moderna para aumentar a produtividade do homem do campo.

A finalidade precípua desse insumo nas atividades agropecuárias é definida como: executar operações agrícolas, nas várias etapas do trabalho de produção agrícola, que ocorrem, numa seqüência ordenada, desde a instalação das culturas até

a entrega dos produtos no mercado consumidor. A terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1970) define operação agrícola como "toda atividade direta e permanente relacionada com a execução de trabalho de produção agropecuária".

O desempenho da execução de trabalho usando qualquer fonte de tração; homem próprio, tração animal ou mecânica se refere a taxas e qualidade da operação realizada.

As taxas de operação, principalmente de campo, referem-se à capacidade de campo, definida por Hunt (1973), Mialhe (1974) e Frank (1977) como relação entre área trabalhada por unidade de tempo, e expressa pela equação (1):

$$C_c = F \times \ell \times V \times R_o \quad (1)$$

¹ Aceito para publicação em 15 de junho de 1983.

² Eng.^o Agr.^o, M.Tech., Consultor em Mecanização Agrícola, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) - EMBRAPA/IIICA, Caixa Postal 23, CEP 56300 - Petrolina, PE.

onde Cc = capacidade de campo (ha/hr)
 l = largura teórica de trabalho (m)
 V = velocidade de deslocamento (m/s)
 Ro = rendimento operacional (%)
 F = fator de conversão

Para quantificar ou estimar a capacidade de campo numa operação, são necessários os valores de velocidade de deslocamento, largura teórica de trabalho e rendimento operacional.

A velocidade de deslocamento é um fator importante, o que pode depender, em geral, do tipo de operação, potência da fonte de tração, comprimento de parcela, habilidade do operador, horas acumulativas de operação, época de operação, e raça, tipo e idade do(s) animal(is) no caso específico de máquinas à tração animal. Em geral, teoricamente, a velocidade de deslocamento, durante operação de campo, usando tração animal, varia de 0,8 a 1,2 m/s.

A largura teórica de trabalho para uma operação é geralmente prefixada e depende da operação, tipo e marca da máquina usada.

O rendimento operacional representa as perdas do tempo consumido em preparo da máquina, ida e volta do galpão ao campo, não-aproveitamento integral das dimensões dos órgãos ativos, magnitude de tempo para giros nas extremidades e interrupções durante a jornada de trabalho.

Bainer et al. (1972) definem o rendimento operacional por componentes de tempos no seguinte modelo matemático:

$$R_o = \frac{T_o}{T_e + T_h + T_a} \times 100 \quad (II)$$

onde

Ro = rendimento operacional;

To = tempo teórico por hectare de operação, dependente da largura teórica de trabalho e velocidade de deslocamento;

Te = tempo efetivo por hectare de operação dependente da largura de corte efetivo;

Th = tempo perdido por hectare, por causa de interrupções, não-proporcional à área, bem como tempo de regulagem, manutenção e reparo;

Ta = tempo perdido por hectare por interrupções, proporcional à área.

Te igualiza-se a $\frac{T_o \times 100}{K}$ onde K é o percentual de largura de corte efetivamente utilizada.

A quantificação do rendimento operacional, com base na equação (II), representa a necessidade de medir de vários componentes de tempo (To, Te, Ta e Th), durante toda a jornada de trabalho, o que será difícil devido à diversificação das operações na agricultura e fatores relacionados.

Com estes pontos em vista e com base na equação (II), é elaborado, a seguir, um modelo matemático de rendimento operacional relacionado aos parâmetros mensuráveis pela mostragem.

Supõem-se os seguintes parâmetros para uma operação de campo:

1. Largura teórica de trabalho (m) = l
2. Velocidade de deslocamento (m/s) = V
3. Comprimento médio da parcela (m) = L
4. Eficiência de tempo (%) = Eft
5. Tempo de giro (s) = T

Todos os parâmetros relacionados acima são auto-explicáveis, exceto a eficiência de tempo (Eft), definida como percentagem de tempo operativo, incluindo o tempo gasto nos giros e transporte de máquina do galpão ao campo, por tempo total registrado durante a operação. Isso representa um valor em percentagem, usado para estimar o tempo perdido, por causa de interrupções, não-proporcional à área pela equação (III):

$$T_h = \left(1 - \frac{Eft}{100}\right) T_t \quad (III)$$

onde

Th = tempo perdido, por causa de interrupções, não-proporcional à área;

Eft = eficiência de tempo em percentagem;

Tt = tempo total da operação.

Então

$$T_o = \frac{\text{distância total de deslocamento}}{\text{velocidade de deslocamento}} \quad (IV)$$

$$T_o = \frac{10.000/l}{V} \quad (V)$$

$$T_a = N^{\circ} \text{ de giro} \times \text{tempo de giro} \quad (VI)$$

$$T_a = \frac{10.000}{\rho L} \times T \quad \text{(VII)}$$

$$T_e = T_o (K - 100) \quad \text{(VIII)}$$

$$T_h = \left(1 - \frac{E_{ft}}{100}\right) (T_o + T_h + T_a) \quad \text{(IX)}$$

$$T_h = (T_o + T_a) \left(\frac{100}{E_{ft}} - 1\right) \quad \text{(X)}$$

Substituindo os valores de T_o , T_e e T_h na equação (II)

$$\text{Então, } R_o = \frac{1/V}{\left(\frac{1}{V} + \frac{T}{L}\right) \frac{1}{E_{ft}}} \quad \text{(XI)}$$

Substituindo o valor de R_o na equação (I)

$$C = K \rho V \left(\frac{1/V}{\left(\frac{1}{V} + \frac{T}{L}\right) \frac{1}{E_{ft}}}\right) \quad \text{(XII)}$$

ou

$$C = \frac{K\rho}{\left(\frac{1}{V} + \frac{T}{L}\right) \frac{1}{E_{ft}}} \quad \text{(XIII)}$$

Pela equação (XI) e (XIII), é possível estimar o rendimento operacional e capacidade de campo, tendo os valores de largura teórica (ou efetiva), velocidade de deslocamento e tempo de giro e eficiência de tempo.

Encontram-se, na literatura, vários trabalhos relacionando as capacidades e rendimentos das máquinas motomecanizadas com vários fatores (Hunt 1973, Renol 1969, 1971 e 1972, Mialhe 1974 e Frank 1977); entretanto, existem poucas informações sobre máquinas à tração animal com respeito a este assunto.

Este trabalho trata de experimentos e/ou ensaios feitos para estudar alguns fatores importantes, como comprimento da parcela, largura de corte e tipo de chassi-porta- implementos, que efetuam os parâmetros das equações e os rendimentos operacionais.

MATERIAL E MÉTODOS

Chassi porta- implementos

O equipamento tipo Chassi porta- implementos (tendo o peso na faixa de 180-200 kg) é definido por Lima (1977) e Lal & Nunes (1980 e 1981) como um chassi de ferro montado sobre pneus, com bitola ajustável, ou fixa, e, em alguns casos, equipado com assento para o operador. Na parte posterior, existe uma barra de ferro à qual são acoplados os diferentes implementos usados nas diversas operações. Existe um sistema de alavanca que aciona a barra com implementos, em movimentos ascendentes e descendentes à semelhança de um hidráulico comum. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (1981) denominou o chassi porta- implementos como animal drawn tool carrier e definiu como um chassi montado sobre duas rodas (usualmente pneus) com um câmbio 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 da alavanca de unidade serve para levantar os implementos na posição de transporte e descer para posição de trabalho. Os dispositivos de travas seguram os implementos nas duas posições (de trabalho e de transporte) firmemente.

Comparados com outros equipamentos comuns, os chassis porta- implementos apresentam as seguintes vantagens: (Máquinas ... 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 implementos, principalmente o do controle de profundidade; permite que o operador trabalhe sentado, o que significa menor desgaste físico; e apresenta alta capacidade de campo, quando usado para operação de cultivoção, sulcamento e capina.

Ensaio e experimentos

O primeiro ensaio para estudar os efeitos de comprimento da parcela na quantificação da velocidade do deslocamento e tempo de giros foi feito no ICRISAT³, em alfissolo, em seu ponto de murcha, durante 1978, no mês de fevereiro-março. As parcelas de 0,5 ha, com comprimento de 10 m, 20 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m, foram aradas e gradeadas com trator e seus implementos. A operação de sulcamento com um, dois e três sulcadores acoplados ao tropicultor (um chassi porta- implementos francês), foi realizada usando o mesmo operador e a mesma junta de bois (360 kg cada um). Inicialmente, foram abertos sulcos distanciados 150 cm com dois sulcadores aco-

³ ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru (P.O.), Andhara Pradesh, India 502324.

plados nesta distância e com pneus fixados distantes 75 cm. A segunda operação foi feita com um sulcador com profundidade apropriada para abrir o sulco de meio igual aos outros dois sulcos. A terceira operação foi feita com três sulcadores distanciados 75 cm uns dos outros para sulcar novamente.

Foram registrados, para cada parcela e cada operação, usando-se um conjunto de cronogramas, os tempos reais de deslocamento de giros nas extremidades e paradas casuais.

O segundo experimento foi realizado no Campo Experimental de Bcbedouro, tendo Latossolo em seu ponto de murcha, do CPATSA (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido) Petrolina, PE, com três tipos de chassi porta-implemto, denominados Multicultor CPATSA, Multicultor CPATSA II (Lal & Nunes 1981a) e Policultor Pontal (Machado 1981), nos meses de julho-agosto de 1981, para quantificar os parâmetros desempenho operacional da aração e do sulcamento (Lal & Nunes 1982). As operações foram realizadas usando a mesma junta de bois de 600 kg cada e o mesmo operador pré-treinado para operar estes equipamentos.

As três parcelas de 0,6 ha (100 m x 60 m) foram marcadas, sorteando-se uma para cada tipo de chassi. As operações de aração e sulcamento foram feitas no sentido transversal ao maior comprimento, usando-se o arado e os sulcadores tradicionais, adaptados para uso com chassi porta-implemto (Lal & Nunes 1981).

Foram registradas as horas de trabalho e a largura de parcela trabalhada diariamente. Durante o dia de trabalho, foram escolhidos os intervalos críticos, tais como início de trabalho, antes da parada de descanso, reinício de trabalho é parada final, para medir a velocidade de operação e o tempo de giro de dez percursos.

A quantificação do tempo não-proporcional (T_h) à área trabalhada é pouco difícil porque depende de muitos fatores não controlados por operador e/ou supervisor de operações agrícolas. Uma tentativa foi feita no ICRISAT usando-se o cronógrafo de marca SERVIS fabricado pelo Servis Recorders Ltd, 19 London Road, Gloucester, Inglaterra. No ICRISAT, na pesquisa operacional sob programa de sistema de produção (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics 1978 e 1980 e Lal s.n.t.), as operações de campo são feitas usando-se chassi porta-implemto (Tropicultor) e seus implementos. Os cronógrafos de marca SERVIS, com os discos de duração de uma semana, foram fixados embaixo do chassi de cada Tropicultor. Os discos de papel sensível foram trocados, semanalmente, por um técnico de posse das chaves, não permitindo aos operadores mexer nos cronógrafos. Foram analisados os discos de papel dos vários Tropicultores que trabalharam em diferentes operações, durante o ciclo da cultura de 1977-78. Os tipos de operações efetuadas foram registradas na caderneta de campo dos supervisores de operações.

RESULTADOS

Os efeitos de fatores, como comprimento de parcela, números de sulcadores, tipo de operação e tipo de chassi na quantificação de velocidade de deslocamento (V) e no tempo de giro (T), e os valores de eficiência de tempo durante várias operações, em escala operacional, são elaborados a seguir destacando-se os resultados interessantes.

Velocidade de deslocamento (V) - A Tabela 1 mostra a variação de velocidade de deslocamento observada durante a experimentação feita no ICRISAT.

Na Tabela 1, é interessante observar que existe uma tendência de diminuir a velocidade de deslocamento em parcelas maiores de 50 m. Esta tendência aparece similar, isoladamente, para um, dois e três sulcadores, bem como para a média geral. Portanto, a variação deste valor, para diferentes números de sulcadores e na média geral, não é significativa.

A Tabela 2, baseada na experimentação realizada no CPATSA, apresenta, na forma resumida, o efeito de tipo de chassi na variação de velocidade de deslocamento para operação de aração e sulcamento. Esta tabela mostra que não existe diferença significativa entre vários tipos de chassis. As duas operações dão uma média geral de 0,93 m/s, valor bem próximo do observado durante experimentação no ICRISAT, para o mesmo comprimento de parcela (60 m).

TABELA 1. Variação de velocidade de deslocamento com diferentes comprimentos das parcelas.

Comprimento da parcela (m)	Velocidade de andamento (m/s)			Médias (m/s)
	Nºs de sulcadores			
	Um	Dois	Três	
10	1,07	1,07	1,07	1,07
20	0,95	1,10	1,23	1,09
50	1,09	0,89	1,17	1,05
75	0,91	0,79	0,97	0,89
100	0,95	0,74	0,85	0,85
150	0,79	0,88	0,79	0,82
Média	0,96	0,91	1,01	0,96

Tempo de giro (T) - A Tabela 3 mostra a variação de tempo de giro observado durante experimentação com um, dois e três sulcadores, nos diferentes comprimentos de parcelas. Neste caso, a análise estatística mostrou que houve uma diferença significativa dos valores de tempo de giro, na parcela com comprimento de 150 m, em comparação a outros, e na parcela de 10 m de comprimento, em comparação a outros. Isto significa que não existe diferença estatisticamente significativa para os valores de tempo de giro, nas parcelas com comprimento de 20 a 100 m.

A diferença significativa entre os tratamentos de 150 m e 10 m de comprimento, pode ser atribuída à magnitude de cansaço dos animais nos percursos referidos. A Tabela 4 mostra, com base na

TABELA 2. Variação de velocidade de deslocamento observada durante aração e sulcamento com três tipos de chassi-porta-implementos.

Chassi-porta-implementos	Velocidade de deslocamento (m/s)		Média
	Aração	Sulcamento	
Multicultor CPATSA	0,88	1,02	0,95
Policultor Pontal	0,93	0,91	0,92
Multicultor CPATSA II	0,84	0,99	0,92
Média	0,88	0,97	0,93

TABELA 3. Variação do tempo de giro para diferentes comprimentos de parcelas e números de sulcadores.

Comprimento de parcela	Tempo de giro			Média
	Nºs de sulcadores			
	1	2	3	
10	21,59	17,78	19,23	19,53
20	19,42	21,56	15,00	18,66
50	22,18	22,42	21,62	22,07
75	20,75	26,13	21,84	22,90
100	12,27	15,98	16,75	15,00
150	26,80	22,90	29,00	26,23
Médias	20,50	21,13	20,57	20,73

TABELA 4. Variação de tempo de giro observada durante aração e sulcamento, com três tipos de chassi-porta-implementos.

Chassi-porta-implementos	Tempo de giro		Média
	Aração	Sulcamento	
Multicultor CPATSA	23,94	25,70	24,02
Policultor Pontal	23,08	28,20	25,64
Multicultor CPATSA	24,53	26,60	25,56
Média	23,85	26,83	25,34

experimentação realizada no CPATSA, os valores médios de tempo de giro, observado para as duas operações (aração e sulcamento), usando três tipos de chassi porta-implementos.

As médias gerais dos tempos de giros, durante aração e sulcamento foram de 23,85 s e 26,83 s não mostrando diferença significativa entre si e entre os vários tipos de chassi porta-implementos. Apresentam uma média geral de 25,34 s, não muito diferente do valor observado durante experimentação no ICRISAT, com mesmo tamanho de comprimento de parcela.

Eficiência de tempo (Eft) - Foi feita análise dos discos dos cronógrafos montados nos tropicultores usados nos campos experimentais da pesquisa operacional no ICRISAT. Os valores de eficiência de tempos observados para diferentes operações realizadas encontram-se na Tabela 5.

Esta tabela, além da média de eficiência de tempo, mostra os números de observações usados para cada operação e a média (em horas) de duração de trabalho diário.

Esta duração média de 8 a 9 horas inclui o intervalo de almoço.

Os altos valores de trabalho diário são devidos ao fato de, algumas vezes, ser comum usar o mesmo tropicultor, desde 6 horas da manhã até 6 horas da tarde, para completar as operações entre tempo limitado, com substituição da segunda junta de bois e do operador, após 5 a 6 horas de trabalho efetivo.

A média de eficiência de tempo varia de 66 a 88%, sendo o mínimo para aração e o máximo para reforma de sulcamento. Isso depende de reforço requerido para operação, grau de supervisão du-

TABELA 5. Médias de eficiência de tempo nos campos de pesquisa operacional de sistema de produção do ICRISAT.

Operação	N.º de observações	Eficiência de tempo (%)		Tempo médio * trabalho diário horas
		Média	D.P. *	
Aração	60	66,0	9,9	8,1
Sulcamento	32	74,0	6,7	8,2
Cultivo	62	71,2	11,7	8,0
Reforma de sulcos	17	86,6	9,1	9,4
Plantio	30	75,1	15,0	9,6
Capina	50	78,1	10,5	9,6

* Incluído o intervalo do almoço de, aproximadamente, uma hora de duração.

D.P. Desvio padrão.

rante a época de operação e outros fatores inevitáveis, como abastecimento de depósitos, particularmente, durante a operação de plantio.

O desvio padrão observado na faixa de 10 a 15% indica as possibilidades de limite dos valores de eficiência de tempo durante diferentes operações.

DISCUSSÃO

Os três fatores mais importantes bem como velocidade de deslocamento, tempo de giro e eficiência de tempo requeridos para estimar o rendimento operacional de algumas operações usando chassi porta-implementos, variam, respectivamente, de 0,8 a 1,1 m/s, 15 a 23 s e 66 a 88%, dependendo principalmente, do comprimento da parcela e tipo de operação.

Na literatura, encontra-se uma variação dos valores de velocidades de deslocamento para operações de campo usando tração animal. International Crops Research Institute for the Semi-Arid tropics (1981), Hoppen (1969) e Munzinger (1982) citam, respectivamente, estes valores na faixa de 2,5 a 3,5 km/h, 0,6 a 0,85 m/s e 2,3 km/h, principalmente para os bois.

A respeito do tempo de giro, não se encontra nenhuma referência. Isso pode depender muito do treinamento dos animais, do operador e das condições existentes nas extremidades de parcela. Durante as experimentações descritas neste trabalho, existia espaço suficiente para manobrar facilmente. Condições diferentes, bem como a presença de um dreno ou de uma taipa, podem aumentar estes valores significativamente.

A eficiência de tempo é denominada como coeficiente de tempo efetivo, por Frank (1977). Ele dá os valores para várias operações usando tratores na faixa de 70 a 90% e diz que os coeficientes de tempo efetivo para operações, usando tração animal são inferiores. O alto nível da supervisão deve ter causado valores elevados de coeficiente de tempo (Tabela 5). Nas condições reais de produtor, entretanto, estes valores devem variar de 60 a 80%.

Para uso fácil da equação de rendimento operacional, com base nas variações dos parâmetros (V, T, Eft e L), observados durante experimentações e citados na literatura, foi elaborada a Tabela 6.

Nesta tabela, são calculados os valores de rendimento operacional com variação de um dos parâmetros, enquanto os outros ficam constantes.

Como se esperava, com base na equação do rendimento operacional, esta tabela mostra que, com outros parâmetros constantes, o rendimento operacional diminui com o aumento de velocidade de deslocamento, do tempo de giro e com redução da eficiência de tempo e comprimento da parcela.

Supondo-se, durante uma operação de aração medida por acaso (médias de cinco a seis observações), encontram-se os seguintes valores de diferentes parâmetros:

- a. velocidade de deslocamento = 0,9 m/s
- b. tempo de giro = 25 s
- c. comprimento da parcela (média) = 60 m
- d. eficiência de tempo = 80%

TABELA 6. Rendimento operacional* estimado com base nas combinações de diferentes valores representativos de V, T, L e Eft.

Velocidade de deslocamento (V) (m/s)	Tempo de giro (T) (s)	Comprimento da parcela (L) (m)	Eficiência do tempo (Eft) %	Rendimento operacional %
0,5	25	60	80	66,2
0,6	25	60	80	64,0
0,8	25	60	80	60,0
0,9	25	60	80	58,2
1,0	25	60	80	56,4
1,1	25	60	80	54,8
0,8	15	60	80	66,6
0,8	20	60	80	63,3
0,8	25	60	80	60,0
0,8	30	60	80	57,1
0,8	35	60	80	54,5
0,8	40	60	80	52,2
0,8	50	60	80	48,0
1,0	20	40	80	53,3
1,0	20	50	80	57,1
1,0	20	60	80	60,0
1,0	20	70	80	62,2
1,0	20	80	80	64,0
1,0	20	90	80	65,5
1,0	20	60	60	45,1
1,0	20	60	70	52,6
1,0	20	60	80	60,2
1,0	20	60	90	67,7
1,0	20	60	100	75,2

* Modelo matemático
$$Ro = \frac{1/V}{\left(\frac{1}{V} + \frac{T}{L}\right) \frac{1}{Eft}}$$

Então, o rendimento operacional, de acordo com a Tabela 6, será da ordem de 58%.

Se a largura efetiva de aração fosse de 0,30 m, a capacidade operacional de campo poderia ser calculada com a equação (XIII):

$$Cc = 0,30 \times 0,9 \times 0,58 \text{ m}^2/\text{s} = 0,16 \text{ m}^2/\text{s} \text{ ou } 0,056 \text{ ha/h}$$

Com 8 horas de trabalho diário, a capacidade operacional/dia = 0,448 ha.

CONCLUSÕES

1. O comprimento da parcela da área trabalhada tem um efeito definitivo na velocidade de andamento. Há uma tendência de diminuição com o

crescimento de comprimento da parcela após 50 m.

2. O tempo de giro aumenta significativamente na parcela de 150 m de comprimento em comparação com o da parcela de 10 m.

3. Nos tipos de chassi-porta-implementos testados, não houve diferença significativa na velocidade de andamento e tempo de giro.

4. As médias gerais de velocidade de andamento e tempo de giro, durante a experimentação no CPATSA, foram de 0,92 m/s e 25 s, valores, aproximadamente, iguais aos observados durante a experimentação no ICRISAT, para o mesmo comprimento de parcela (60 m).

5. A eficiência de tempo, ou coeficiente de tempo efetivo, para as várias operações, variou de 57 a

90%, durante operações feitas sob boa supervisão.

RECOMENDAÇÕES

$$\text{A equação } R_o = \frac{1/V}{\left(\frac{1}{V} + \frac{T}{L}\right) \frac{1}{Eft}}$$

para estimação do rendimento operacional é muito útil para os agricultores, extensionistas e planejadores por causa dos parâmetros mensuráveis e porque evita acompanhamento da operação durante toda a jornada.

Para facilitar ainda mais o uso da equação (XI) do rendimento operacional e equação (XIII) da capacidade operacional do campo, é conveniente elaborar os monogramas em N para obtenção dos seus valores em relação aos outros parâmetros.

AGRADECIMENTOS

Ao Coordenador do Convênio Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (IICA/EMBRAPA), pela oportunidade de participar do Programa de Consultoria em Mecanização Agrícola do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Petrolina, PE, e ao ICRISAT, pela oportunidade de gerar as partes das informações incluídas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro, RJ. Terminologia de máquinas agrícolas. P-TB-66. São Paulo, 1970. 1p.
- BAINER, R.; KAPNER, R.A. & BARGER, E.L. Principles of farm machinery. Westport, Connecticut, Avi. Publishing Co., 1972. p.571.
- FRANK, R.G. Custo y administración de la maquinaria agrícola. Buenos Aires, Ed. Hemisfério Sul S.A., 1977. p.385.
- HOPPEN, H.J. Farm implements for arid tropical region, animal power and harness. Roma, FAO, 1969. p.7-27.
- HUNT, D. Farm machinery and power management, economic performance, laboratory manual and work book. Ames, Iowa State University, 1973. p.365.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Hyderabad, India. Annual report farming systems program, 1976-7. Hyderabad, India, 1978. 104p. (An Informal Report).
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. Hyderabad, India. Farm power and equipment. Annual report 1978-79. Patancheru P.O. Andhra Pradesh, India, 1980. p.191-6.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARIDE TROPICS. Hyderabad, India. The animal-drawn Wheeled tool carrier. Andhra Pradesh, India, 1981. (ICRISAT. Information Bulletin, 8).
- LAL, H. Desempenho operacional do chassi-porta- implementos em sistema de cultivo em sulcos e camalhões de 1,5 m. s.n.t. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Brasília, 22 a 27 de junho, 1981.
- LAL, H. & NUNES, P.F. Como constituir o "Multicultor CPATSA", numa oficina local. Petrolina-PE., EMBRAPA-CPATSA, 1980. 22p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 3).
- LAL, H. & NUNES, P.F. Multicultor CPATSA. Fabricação e uso. Petrolina-PE. EMBRAPA-CPATSA, 1981. 96p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 6).
- LAL H. & NUNES, P.F. Desenvolvimento do Multicultor CPATSA II. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1981a. p.6. (EMBRAPA-CPATSA: Pesquisa em Andamento, 13).
- LAL, H. & NUNES, P.F. Desempenho operacional de chassi-porta-implementos para aração e sulcamento. Pesq. agropec. bras., Brasília, 17(8):1199-212, 1982.
- LIMA, A.F. Relatório de visita ao ICRISAT. Petrolina-PE, EMBRAPA-CPATSA, 1977. p.60.
- MACHADO, O.R. Carta ao engenheiro agrícola Harbans Lal. Petrolina-PE, EMBRAPA-CPATSA, 1981. 1p. (C. Pontal Material Rodante S.A., São Paulo, DV 0093/81).
- MÁQUINAS à tração animal reconquistam os campos. Dirig. rural. São Paulo, 20:8-12, jul. 1981.
- MIALHE, G.L. Manual de mecanização agrícola. São Paulo. Agronômica Ceres, 1974. p.301.
- MUNZINGER, P. Animal traction in Africa, harnessing and use of implements. Alemanha-Oriental, Eschborn. German Agency for Technical Cooperation, 1982. p.133-224.
- RENOL, E.S. A concept of predicting capacity of row crop machines. s.l., s.ed., 1971. (ASAE Paper).
- RENOL, E.S. Fertilizer handling takes time. Agric. Res., 19(1), 1972.
- RENOL, E.S. Row crop machinery as influenced by field conditions. s.l., Auburn University Agricultural Experiment Station, 1969.