

DESEMPENHO OPERACIONAL DE CHASSIS PORTA-IMPLEMENTOS PARA ARAÇÃO E SULCAMENTO¹

HARBANS LAL² e PÉRICLES F. NUNES³

RESUMO - O desempenho operacional dos três tipos de chassi porta-implementos denominados Multicultor CPATSA, Multicultor CPATSA II e Policultor PONTAL foi avaliado para as operações de aração e sulcamento no Campo Experimental do Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPATSA/EMBRAPA) Petrolina, PE. Os fatores quantificados foram a velocidade de operação, tempo de giro e capacidade de campo, usando a mesma junta de bois e operador para cada chassi e operação. A capacidade de campo variou de 436 a 742 m²/h por aração e de 2.664 a 3.428 m²/h por sulcamento sem efeito significativo do tipo de chassi usado. As médias gerais de velocidade de operação e o tempo de giro foram de 0,926 m/s e 25 s, respectivamente, não havendo diferença significativa entre as operações, os tipos de chassis e várias etapas durante o trabalho diário. Os valores da capacidade de campo estimados pelas médias gerais de velocidade de operação e o tempo de giro variaram em relação aos valores observados durante a experimentação, em média de + 15,2% para a aração e - 15,67% para o sulcamento.

Termos para indexação: velocidade de operação, tempo de giro, capacidade de campo, mecanização, operação de campo.

OPERATIONAL PERFORMANCE OF THE WHEELED TOOL-CARRIERS FOR PLOWING AND RIDGING

ABSTRACT - The operational performance of three types of wheeled tool-carrier, Multicultor CPATSA, Multicultor CPATSA II and Policultor PONTAL has been evaluated for plowing and ridging in Bebedouro experiment station of Centre of Agricultural Research for Semi-Arid Tropics/Brazilian Enterprise of Agricultural Research (CPATSA/EMBRAPA) Petrolina in Pernambuco State, Brazil. The speed of operation, turning time at each end, and actual field capacity have been quantified using same pair of animal and operator for each tool frame and operation. The field capacity varied from 436 m²/h to 742 m²/h for plowing and from 2,664 to 3,428 m²/h for ridging with no effect of tool frame type. The overall average for speed of operation and turning time was observed to 0.926 m/s and 25 second respectively, with no significant difference between two operations (plowing and ridging), type of tool frame and various periods during the working day. The estimated field capacity values using the overall average of speed of operation and turning time differed from those values observed during experimentation in the range of + 15,2% for plowing and - 15,67% for ridging.

Index terms: speed of operation, turnig time, field capacity, agricultural mechanization, field operation.

INTRODUÇÃO

O desempenho operacional das máquinas agrícolas à tração animal ou motomecanizadas se refere às taxas e à qualidade da operação realizada, Hunt (1973). De acordo com Ribeiro & Oliveira Filho (1981), os três componentes do sistema de mecanização que contribuem para o desempenho operacional de máquina, são:

1. A própria máquina
2. Fonte de tração e
3. Operador

O primeiro componente, a máquina - pode-se objetivar o aumento de sua capacidade pelo melhoramento das máquinas tradicionais, introdução de novas máquinas visando o barateamento do custo, facilitando o funcionamento e oferecendo mais conforto ao operador.

O segundo componente, a fonte de tração, principalmente animais para pequenos e médios produtores da região do Nordeste brasileiro, é considerado como o ponto crítico do conjunto, devido a vários fatores, tais como fonte barata, flexibilidade do tamanho da unidade de potência, e alimenta-se com produtos largamente disponíveis nas propriedades agrícolas.

O terceiro componente que convém destacar é o homem, de quem depende, em última análise, o manejo adequado dos instrumentos ao seu dispor: a máquina e o animal.

¹ Aceito para publicação em 13 de maio de 1982

² Eng^o Agrícola, Master of Technology, Consultor Especialista em Mecanização Agrícola - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) - EMBRAPA/IICA.

³ Eng^o Agr^o Pesquisador em Mecanização Agrícola EMBRAPA/CPATSA.

Mialhe (1974) denomina o desempenho operacional como um complexo conjunto de informações que definem, em termos qualitativos e quantitativos, os atributos da maquinaria agrícola quando executam operações sob determinadas condições de trabalho. Essas informações podem ser agrupadas das seguintes formas:

- a. Características operacionais - abrangem dados relativos à qualidade e à quantidade de trabalho desenvolvido pela máquina, sob determinadas condições.
- b. Características dinâmicas - abrangem dados de potência requerida para acionamento e de velocidade de trabalho, sob determinadas condições de trabalho.
- c. Características de manejo - focalizam os aspectos relacionados com as regulagens, manutenção, reparações, estabilidade etc.

Este trabalho trata sobre a avaliação de alguns fatores na forma qualitativa e/ou quantitativa relacionados com o desempenho operacional das operações de aração e sulcamento com três tipos de chassis porta-implementos.

Os equipamentos tipo chassi porta-implementos são definidos (Lal & Nunes 1980 e 1981) e Lima (1977) 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 descendente 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 o 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 da alavanca de unidade serve para levantar os implementos para 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 eficiência de campo, quando usado para operação de cultivo, sulcamento e capina.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de julho - agosto de 1981, no campo experimental de Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPATSA/ EMBRAPA) Petrolina, PE, com três tipos de chassis porta-implementos, denominados Multicultor CPATSA, Multicultor CPATSA II e Policultor PONTAL. O Multicultor CPATSA (Fig. 1) é o primeiro chassi porta-implementos desenvolvido no Brasil pelo CPATSA, dentro de seu programa de pesquisa em Mecanização Agrícola. Mais detalhes deste equipamento se encontram em Circular Técnica nº 6 "Multicultor CPATSA. Fabricação e Uso" e Comunicado Técnico nº 3 "Como Construir o Multicultor CPATSA numa Oficina Local", publicados pelo CPATSA.

O Multicultor CPATSA II (Fig. 2) é o segundo chassi porta-implementos desenvolvido no CPATSA, feito para simplificar construção e incorporar mais melhoramentos bem como permitir seu uso como charrete, ligando o cambão diretamente ao eixo das rodas para aumentar a eficiência de transmissão de força de tração e simplificar o sistema de alavanca.

Alguns dos detalhes deste chassi porta-implementos encontram-se na Pesquisa em Andamento nº 13 deste Centro (CPATSA).

O terceiro chassi porta-implementos "Policultor PONTAL" (Fig. 3) é uma reprodução do Multicultor CPATSA pela Pontal Material Rodante S.A., São Paulo e enviado para o Centro (Machado 1981), para teste, junto com outros equipamentos similares.

A Tabela 1 mostra as características dos solos do local de experimentação. Neste local, foram marcadas três parcelas de 0,6 ha (100 m x 60 m), sorteando-se uma parcela para cada tipo de chassi. As operações de aração e de sulcamento foram feitas usando-se o arado e os sulca-

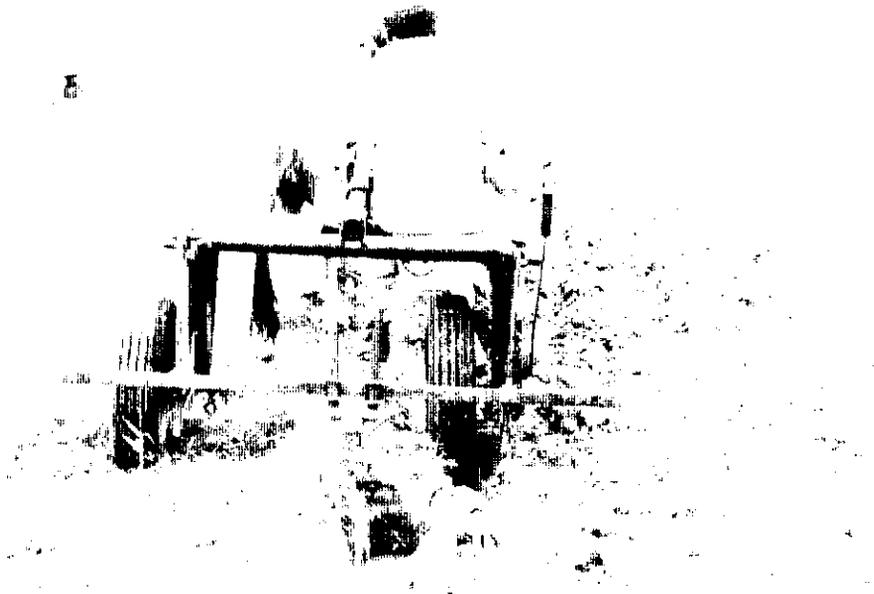


FIG. 1. Multicultor CPATSA operando com arado fixo.



FIG. 2. Multicultor CPATSA II operando com arado fixo.

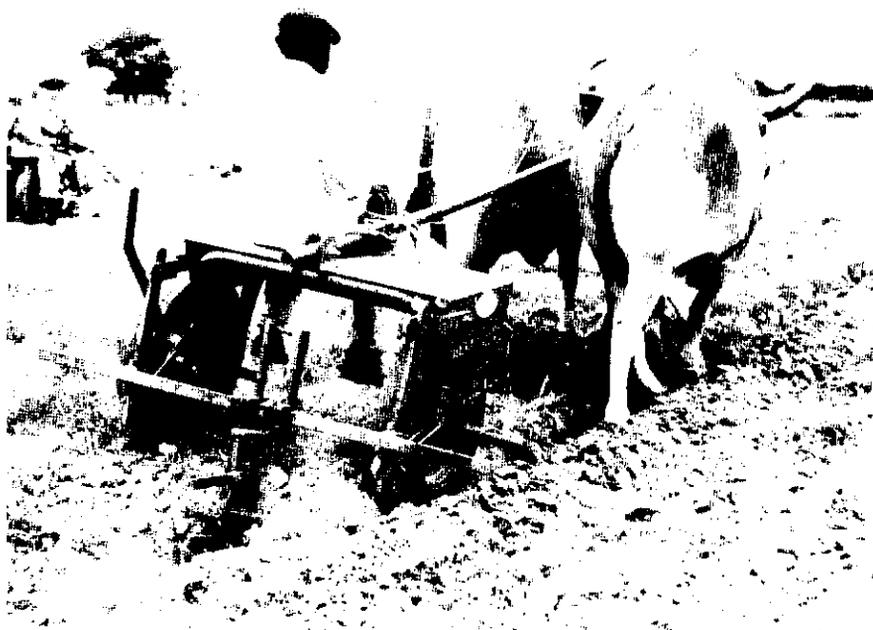


FIG. 3. Policultor PONTAL operando com arado fixo.

dores tradicionais adaptados para uso com chassi porta-implementos. As especificações dos implementos usados são mostradas na Tabela 2. O mesmo arado e o conjunto de três sulcadores foram usados para cada chassi por ajuda de braçadeiras especiais (Lal & Nunes 1981).

As operações foram realizadas no Centro, usando-se a mesma junta de bois mestiço azebuzado, com peso total de 1.200 kg e operador, pré-treinados para operar estes tipos de equipamentos.

Foi iniciado o experimento com aração, usando-se o princípio do arado fixo (Lal & Nunes 1981), no dia 28 de julho de 1981, com Multicultor CPATSA na sua parcela; os dias subsequentes foram fixados para os outros chassis trabalharem nas outras parcelas. Para aumentar o rendimento de aração, cada parcela foi subdividida em cinco subparcelas iguais, de 60 m x 20 m, nas quais a largura representa um terço do comprimento. A aração foi feita, iniciando o primeiro sulco no meio da subparcela; na volta, o arado cortou a leiva que caíra junto à que tombara anteriormente. As leivas encostam-se uma a outra formando um camalhão, deslocando, assim, o solo dos lados para o centro de cada faixa, até que termina a subparcela de 20 m de largura. Reinicia-se similarmemente, na outra subparcela, para arar a área total da parcela com cada tipo de chassi.

O sulcamento foi feito com três sulcadores acoplados à barra dos chassis na distância de 75 cm um dos outros

ajustando a bitola de forma que os pneus e os bois se desloquem na mesma linha dos sulcadores das extremidades. Feitos os três sulcos de profundidade requerida, 13 - 15 cm, os seguintes sulcos foram abertos com um boi e um pneu deslocando-se dentro do último sulco do lado trabalhado.

TABELA 1. Características do solo ^a no local ^b de experimentação.

Características	Unidade	Valor
Granulometria		
Areia	%	91
Silte	%	4
Argila	%	5
Argila natural	%	2
Densidade		
Real	g/cc	2,58
Aparente	g/cc	1,66
Umidade	%	0,875

^a classificação: Latossolo

^b campo experimental de Bebedouro

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

As Tabelas 3 e 4 mostram calendários das operações com vários chassis porta-implementos, a velocidade de operação e o tempo de giro registrados nas várias épocas de trabalho diário, respectivamente.

Para quantificar as condições físicas do solo durante a experimentação foram tiradas amostras da resistência do solo usando o penetrômetro na superfície antes e na soleira após a aração, como se encontra na Tabela 5.

RESULTADOS

As larguras teóricas de trabalho para as operações de aração e sulcamento foram fixadas em 21,5 cm e 150 cm, respectivamente.

Isso representou um trabalho de quatro dias, com média de 2,5 horas por dia para aração e um só dia para sulcamento, à média de 1,45 hora.

Por esta razão não foi possível fazer uma análise estatística de alguns fatores no caso de sulcamento.

A seguir, são elaborados os resultados destacan-

TABELA 2. Especificações dos implementos usados.

Implementos	Tipo	Largura do corte	Profundidade	Número utilizado
Arado de aiveca ^a	Reversível	21,5 cm	13 - 16 cm	1
Sulcadores ^b	Bico sulcador	13"	—	3 (75 cm) ^c

^a Adaptado para uso com chassi porta-implementos

^b Adaptados para uso com um chassi porta-implementos

^c Distância entre sulcadores

TABELA 3. Calendário das operações com vários chassis porta-implementos.

Data	Chassi porta-implementos	Operação	Tempo de trabalho	Largura da parcela trabalhada (m)	Capacidade Média m ² /h)
28/07/81	Multicultor CPATSA	Aração	1 - 30	20,00	622,00
29/07/81	Policultor PONTAL	Aração	2 - 45	25,90	586,67
30/07/81	Multicultor CPATSA II	Aração	3 - 50	55,00	742,50
30/07/81	Multicultor CPATSA	Aração	2 - 35	28,00	658,00
01/08/81	Policultor	Aração	2 - 20	23,45	593,00
04/08/81	Multicultor CPATSA II	Aração	2 - 02	23,20	736,00
05/08/81	Multicultor CPATSA	Aração	2 - 23	24,97	636,00
06/08/81	Policultor	Aração	2 - 26	31,15	742,50
07/08/81	Multicultor CPATSA II	Aração	2 - 35	21,70	504,50
10/08/81	Multicultor CPATSA	Aração	2 - 55	27,50	557,50
11/08/81	Policultor	Aração	2 - 45	20,00	436,00
25/08/81	Policultor PONTAL	Sulcamento	1 - 20	63,00	2.835,00
26/08/81	Policultor PONTAL	Sulcamento	0 - 50	37,00	2.664,00
01/09/81	Multicultor CPATSA II	Sulcamento	1 - 52	100,00	3.214,00
03/09/81	Multicultor CPATSA	Sulcamento	1 - 45	100,00	3.428,00

TABELA 4. Velocidade de operação e tempo de giro nas épocas críticas de trabalho, com vários chassis porta-implementos, durante o período de experimentação.

Data	Chassi porta-implementos	Operação	Hora de observação	Velocidade m/s	Tempo de giro s
28/07/81	Multicultor CPATSA	Aração	9,30	0,77	23,25
29/07/81	Policultor PONTAL	Aração	10,15	1,12	27,75
			9,50	0,91	16,5
			10,34	1,08	29,9
30/07/81	Multicultor CPATSA II	Aração	8,38	0,83	18,0
			9,18	0,82	24,8
			10,25	0,97	15,4
			11,20	0,80	18,3
			14,50	0,85	29,7
			15,42	0,93	24,7
31/07/81	Multicultor CPATSA	Aração	8,30	0,97	12,6
			10,10	0,93	21,8
			10,46	0,95	26,0
			11,30	0,94	19,1
01/08/81	Policultor PONTAL	Aração	9,00	0,93	13,2
			9,50	0,78	20,0
			10,20	0,83	23,1
			11,00	1,03	12,6
04/08/81	Multicultor CPATSA II	Aração	8,30	1,01	17,0
			9,40	0,97	22,2
			10,35	0,94	25,5
05/08/81	Multicultor CPATSA	Aração	8,55	0,90	23,7
			9,48	0,92	31,9
			10,34	0,89	24,8
			11,00	0,85	25,5
06/08/81	Policultor PONTAL		8,32	0,96	15,7
			9,30	0,86	29,4
			10,04	0,95	17,6
			11,00	1,00	23,7
07/08/81	Multicultor CPATSA II	Aração	8,40	0,98	25,7
			9,50	0,87	21,9
			10,05	0,89	21,7
			11,05	0,84	28,0
10/08/81	Multicultor CPATSA	Aração	8,30	0,75	24,8
			9,45	0,75	19,7
			10,20	0,72	22,4
			11,10	0,71	28,7
11/08/81	Policultor PONTAL	Aração	8,35	1,04	16,0
			9,40	0,83	22,9
			10,10	0,87	25,0
			11,10	0,84	29,3
25/08/81	Policultor PONTAL	Sulcamento	8,40	1,00	28,4
			10,25	0,95	27,8
26/08/81	Policultor PONTAL	Sulcamento	8,45	0,88	28,4
			9,15	0,82	28,2
01/09/81	Multicultor CPATSA II	Sulcamento	9,20	1,01	23,7
			10,15	1,01	27,5
			10,45	0,97	28,2
03/09/81	Multicultor CPATSA	Sulcamento	14,35	0,99	26,0
			15,05	1,05	22,0
			15,35	0,99	26,1
			16,05	1,05	28,7

TABELA 5. Valores registrados no penetrômetro ^a sobre a resistência à penetração do solo.

Parcela	Antes da aração			Após a aração na soleira		
	Leitura no relógio mm	Carga em kgf	Resistência à penetração kgf/cm ²	Leitura no relógio mm	Carga em kgf	Resistência à penetração kgf/cm ²
Multicultor CPATSA	0,320	13,60	2,16	1,282	54,55	8,67
Multicultor CPATSA II	0,466	19,82	3,15	1,216	52,74	8,22
Policultor PONTAL	0,443	18,42	2,94	1,236	52,59	8,36

^a Marca SOLO TEST - Ref. S 210
 SOLO TESTE - Aparelho para mecânica do solo Ltda.
 Rua Cons. Carrão, 275 (Bela Vista)
 São Paulo, SP
 Brasil

TABELA 6. Capacidade de campo para aração com vários tipos de chassis porta-implemotos.

Chassi porta-implemotos	Capacidade de campo m ² /ha				Média
	Dias de trabalho				
	1º	2º	3º	4º	
Multicultor CPATSA	622,0	658,0	636,0	557,5	618,38
Policultor PONTAL	586,7	593,0	742,5	436,0	589,55
Multicultor CPATSA II	742,5	736,0	504,5	512,0 ^a	623,75

^a Valor estimado para análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Tipo de chassi	2	0,127
Dias de trabalho	3	0,764
Erro	6	
Total	11	

Média geral: 610,55
 CV : 15,60%

do-se os vários fatores que influirão no desempenho operacional dos vários tipos de chassis para aração e sulcamento.

Capacidade de campo

As capacidades de campo das operações de aração e sulcamento medidas pelas áreas trabalhadas em tempo (horas) gasto, são representadas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente, para vários dias de

operações com diferentes chassis porta-implemotos.

Analisando-se estatisticamente (análise de variância) os resultados da Tabela 6, verifica-se que não existe diferença significativa entre os valores de capacidade de campo com vários chassis e entre os dias de trabalho para o mesmo tipo de chassi. A média geral da capacidade de campo da aração com chassis porta-implemotos foi de 610,55 m²/h. Por outro lado, a média geral de capacidade de campo de sulcamento foi 3.130,5 m²/h.

Velocidade de operação

A velocidade de operação é um dos fatores importantes no desempenho operacional das máquinas, o que pode depender do tipo de operação, época de operação e operador. As Tabelas 8 e 9 mostram as velocidades de operação, nos vários dias de trabalho para aração, nos vários intervalos de trabalho para sulcamento, com vários tipos de chassis porta-implemotos.

TABELA 7. Capacidade de campo para sulcamento com vários chassis porta-implementos.

Chassi porta-implementos	Capacidade de campo		Médias
	Dias de operação		
	1º	2º	
Multicultor CPATSA	3.428,00		3.428,00
Policultor PONTAL	2.664,00	2.835,00	2.749,50
Multicultor CPATSA II	3.214,00		3.214,00

Média geral: 3.130,50

TABELA 8. Velocidade de operação durante aração com vários chassis porta-implementos.

Chassis porta-implementos	Velocidade de operação (m/s)				Média
	Dias de operação				
	1º	2º	3º	4º	
Multicultor CPATSA	0,94	0,94	0,89	0,73	0,88
Policultor PONTAL	1,00	0,89	0,94	0,89	0,93
Multicultor CPATSA II	0,67	0,97	0,89	0,72 ^a	0,81

^a Valor estimado para análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Tipo de chassi	2	1,448
Dia de operação	3	1,407
Erro	6	
Total	11	

Média geral: 0,87

CV : 11,20%

A análise estatística dos valores de velocidade de operação das Tabelas 8 e 9 mostra que não existe diferença significativa entre os valores de velocidade de operação para os vários dias de trabalho, no caso de aração e nas várias observações no caso de sulcamento e entre os tipos de chassis usados. As médias gerais das velocidades de operação durante a aração e sulcamento foram de 0,87 m/s e 0,98 m/s, respectivamente. Para verificar se estas

médias são estatisticamente significativas, foram analisados os valores para duas operações, considerando-se os valores para cada chassi como repetições. A Tabela 10 apresenta esta análise bem como mostra que não existe diferença significativa, dando a média geral de velocidade de operação de 0,926 m/s.

A velocidade de operação registrada nas várias etapas de trabalho diário é representada na Tabela 11 para operação de aração. Para estudar o efeito das etapas nas velocidades de operação foram analisados estatisticamente (análise de variância) os dados das primeiras quatro etapas dos dias, eliminando os dados excessivos do terceiro dia e os dados dos dias que não tiveram quatro etapas registradas, tais como o primeiro, o segundo e o sexto dia.

Esta análise mostrou que não houve diferença significativa entre os valores de velocidade de operação nas várias etapas dos dias, dando a média geral 0,88 m/s.

TABELA 9. Velocidade de operação durante sulcamento com vários chassis porta-implementos.

Chassis porta-implementos	Velocidade de operação (m/s)				Média
	Número de observações				
	1º	2º	3º	4º	
Multicultor CPATSA	0,99	1,05	0,99	1,05	1,02
Policultor PONTAL	1,00	0,95	0,88	0,82	0,91
Multicultor CPATSA II	1,01	1,01	0,97	1,11 ^a	1,02

^a Valor estimado para análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Tipo de chassi	2	3,633
Velocidade de operação	3	0,472
Erro	6	
Total	11	

Média geral: 0,98

CV : 6,76%

TABELA 10. Velocidade de operação de vários chassis porta-implementos nas operações de aração e sulcamento.

Operação	Velocidade de operação (m/s)			Média
	Números de observações			
	1º	2º	3º	
Aração	0,88	0,93	0,84	0,88
Sulcamento	1,02	0,91	0,99	0,97

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Operação	1	2,713
Nº de observações	2	0,107

Média geral: 0,926

CV : 7,49%

TABELA 11. Variação de velocidade de operação nas diferentes etapas de trabalho diário durante a aração, usando chassis porta-implementos.

Etapa	Velocidade de operação (m/s)											Média
	Dias de operação											
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
1	0,77 ^a	1,02 ^a	0,83	0,97	0,93	1,01 ^a	0,90	0,96	0,98	0,75	1,04	0,92
2	1,12 ^a	1,09 ^a	0,82	0,93	0,78	0,97 ^a	0,92	0,86	0,87	0,75	0,83	0,90
3		1,08 ^a	0,97	0,95	0,83	0,94 ^a	0,89	0,95	0,89	0,72	0,87	0,91
4			0,80	0,94	1,03		1,00	0,84	0,71	0,84	0,87	0,88
5			0,85 ^a									0,85
6			0,93 ^a									0,93

^a Valores eliminados para análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Etapa	3	1,828
Dias de operação	7	4,339
Erro	21	
Total	31	

Média geral: 0,88
CV : 7,31%

Tempo de giro

O tempo de giro constitui um outro fator importante na quantificação do desempenho operacional que foi registrado nos vários dias e etapas de trabalho para as duas operações. As Tabelas 12 e 13 mostram estes valores para vários dias de operação no caso de aração e nos vários intervalos de trabalho para sulcamento com vários tipos de chassis porta-implementos. A análise estatística desses valores mostra que não existe diferença significativa entre os valores para os vários dias de trabalho, no caso de aração e nas várias observações, no caso de sulcamento e entre os tipos de chassis usados. As médias gerais dos tempos de giro durante aração e sulcamento foram de 23,85 s e 26,83 s, respectivamente.

Para verificar se estas médias são significativas, foi feita uma análise de variância usando-se as médias dos valores para as duas operações e considerando-se os valores dos chassis como repetição.

A Tabela 14 mostra que não há diferença significativa entre valores, dando uma média de 25 s.

Para estudar o efeito das várias etapas de trabalho diário, a Tabela 15 mostra o tempo de giro nas várias etapas. A análise de variância foi feita, usando-se o mesmo raciocínio utilizado para o caso de velocidade de operação. Verificou-se que não existe diferença significativa entre os valores de tempo de giro requerido durante várias etapas (Tabela 15), dando a média de tempo de giro de 21,98 s.

DISCUSSÃO

Os dois fatores importantes na quantificação do desempenho operacional das máquinas são a velocidade de operação e o tempo de giro. Como não houve nenhuma diferença significativa destes valores para os vários tipos de chassis usados (Tabelas 8, 9, 12 e 13), os dois tipos de operações realizadas (Tabelas 10 e 14) e as várias etapas das operações diárias (Tabelas 11 e 15), pode-se fixar as médias gerais 0,926 m/s e 25 s, representadas nas Tabelas 10 e 14, como base para estimar as capacidades de campo com estes tipos de máquinas para as operações similares, em outros locais de condições similares.

Com estes valores para a velocidade de operação e tempo de giro, a seguir, são calculados teoricamente as capacidades de campo para as operações de aração e sulcamento, comparando-se seus valo-

TABELA 12. Tempo de giro durante a aração com vários tipos de chassis porta-implementos.

Chassis porta-implementos	Tempo de giro (s)				Média
	Dias de operação				
	1º	2º	3º	4º	
Multicultor CPATSA	25,50	19,88	26,47	23,90	23,94
Policultor PONTAL	25,20	17,22	26,60	23,30	23,08
Multicultor CPATSA II	22,98	25,57	24,32	25,24 ^a	24,53

^a Valor estimado para análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Tipo de chassi	2	1,298
Dias de trabalho	3	1,391
Erro	6	
Total	11	

Média geral: 23,85

CV : 10,73%

TABELA 13. Tempo de giro durante sulcamento com vários tipos de chassis porta-implementos.

Chassis porta-implementos	Tempo de giro (s)				Média
	Números de observações				
	1º	2º	3º	4º	
Multicultor CPATSA	26,0	22,2	26,1	28,6	25,7
Policultor PONTAL	28,4	27,8	28,4	28,2	28,2
Multicultor CPATSA II	22,7	27,5	28,2	28,1 ^a	26,6

^a Valor estimado para análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Tipo de chassi	2	1,967
Número de observações	3	1,121
Erro	6	
Total	11	

Média geral: 26,83

CV : 6,89%

TABELA 14. Tempo de giro para operação de aração e sulcamento usando chassi porta-implementos.

Operação	Tempo de giro (s)			Média
	Números de observações			
	1º	2º	3º	
Aração	23,90	21,83	24,29	23,34
Sulcamento	25,60	28,20	26,13	26,70

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Operação	1	5,368
Número de observações	2	0,064
Erro	2	
Total	5	

Média Geral: 25,02

CV : 7,32%

TABELA 15. Variação de tempo de giro nas diferentes etapas de trabalho diário durante a aração, usando chassi porta-implementos.

Etapa	Tempo de giro											Média
	Dias de operação											
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	
1	23,25 ^a	16,50 ^a	18,00	12,60	13,20	17,00 ^a	23,70	15,70	25,70	24,80	16,00	18,77
2	27,75 ^a	29,20 ^a	24,80	21,80	20,00	22,20 ^a	31,90	29,40	21,90	19,70	22,90	24,69
3		29,90 ^a	15,40	26,00	23,10	25,50 ^a	24,80	17,60	21,70	22,40	25,00	23,14
4			18,30	19,10	12,60		25,50	23,70	28,00	28,70	29,30	23,15
5			27,90									29,70
6			24,70									24,70

^a Valores eliminados para fazer análise da variância

Análise da variância

Causa da variação	G.L.	Valor F
Etapa	3	2,214
Dias de operação	7	1,931
Erro	21	
Total	31	

Média geral: 21,98

CV : 20,18%

res realmente observados durante a experimentação.

Aração

- Largura de corte	21,5 cm
- Velocidade de operação	0,926 m/s
- Tempo de giro	25 s
- Nº de passagens requeridas numa parcela de 1 hectare: (60 m x 166,6 m) = 166,6/0,215	774,8
- Distância andada em cada passagem	60 m
- Distância total andada: 60 m x 774,8 passagens	46.488 m
- Tempo gasto em operação: 46.488/0,926	50.203,02 s
- Nº de giros requeridos	774
- Tempo total para os giros: 774 x 25	19.350 s
- Tempo total: 50.203 + 19.350	69.553 s
- Capacidade de campo calculada: (100 x 100 x 60 x 60)/69.553	517,59 m ² /h
- Média geral da capacidade de campo observada durante a experimentação (Tabela 6)	610,55 m ² /hr
- Variação do valor estimado ao valor observado: (610,55 - 517,59) x 100/610,55	15,2%

Sulcamento:

- Largura do trabalho	1,50 m
- Velocidade de operação	0,926 m/s
- Tempo de giro	25 s
- Nº de passagens requeridas numa parcela de 1 hectare: (60 m x 166,6 m): 166,6/1,5	111
- Distância andada em cada passagem	60 m
- Distância total andada: 60 m x 111 passagens	6.660 m
- Tempo gasto na operação: 6.660/0,926	7.192,2 s
- Nº de giros requeridos	110
- Tempo total para os giros: 110 x 25	2.750 s

- Tempo total: 7.192+2.750	9.942
- Capacidade de campo calculada: 100 x 100 x 60 x 60/9.942	3.621 m ² /h
- Média geral da capacidade de campo observada durante experimentações (Tabela 7)	3.130,5 m ² /h
- Variação do valor estimado em relação ao valor observado: (3130,5 - 3621)100/3130,5	-15,67%

CONCLUSÕES

1. A capacidade de campo de aração (com arado de 21,5 cm de largura) variou de 436 a 742 m²/h, com média geral de 610,55 m²/h, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os vários tipos de chassis porta-implementos usados.

2. A capacidade de sulcamento com três sulcadores acoplados à barra, distanciado 75 cm um do outro, variou de 2.664 a 3.428 m²/h, com média geral de 3.130,5 m²/h.

3. A velocidade de operação para aração e sulcamento variou de 0,67 m/s a 1,05 m/s, com média geral de 0,926 m/s, não havendo diferença significativa entre as operações, tipo de chassis e várias etapas durante o trabalho diário.

4. O tempo de giro nas extremidades para sulcamento e aração variou de 17,22 s a 28,4 s, com média geral de 25 s, não havendo diferença estatisticamente significativa entre as operações, os tipos de chassis e as várias etapas durante o trabalho diário.

5. Os valores de capacidade de campo estimados pelas médias gerais de velocidade de operação e o tempo de giro variaram em relação aos valores de capacidade observados durante o experimento, em média de +15,2% para aração e -15,67% para sulcamento.

6. O desempenho operacional dos três tipos de chassis porta-implementos representado neste trabalho é limitado para as duas operações (aração e sulcamento) e com as condições específicas elaboradas anteriormente.

É necessário gerar informações similares em outras condições no que concerne ao solo, clima, ho-

ras de trabalho diário, animais, operadores e outras operações que possam ser realizadas com chassi porta-implementos.

REFERÊNCIAS

- HUNT, D. *Farm machinery and power management, economic performance, laboratory manual and workbook*. 7.ed. Iowa, Iowa State University Press Ames, 1973. p.1-53.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Hyderabad, India. *The animal - drawn wheeled tool carrier*. Andhra Pradesh, India, 1981. np, ill. (ICRISAT. Information Bulletin, 8).
- LAL, H. & NUNES, P.F. *Como construir o "Multicultor CPATSA*, 1980. 22p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 3).
- LAL, H. & NUNES, P.F. *Multicultor CPATSA*. Fabricação e uso. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1981. 96p. (EMBRAPA-CPATSA, Circular Técnica, 6).
- LIMA, A.F. *Relatório de visita ao ICRISAT*. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1977 p.60.
- MACHADO, O.R. *Carta ao Engº Agrícola Harbans Lal*. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1981. 1p. (C. Pontal Material Rodante S.A., São Paulo/DV 0093/81).
- MÁQUINAS de tração animal reconquistam os campos. *Dirig. Rural*, São Paulo, 20(7): 8-12, 1981.
- MIALHE, G.L. *Manual de mecanização agrícola; desempenho operacional da maquinaria agrícola*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1974. p.117-26.
- RIBEIRO, M.A. & OLIVEIRA FILHO, D. *Tração animal, bois, cavalos e burros podem tomar lugar do petróleo na roça (final)*. *Lux Jornal*, Belo Horizonte, MG, 25 nov. 1981.