DESEMPENHO OPERACIONAL DO CHASSI PORTA-IMPLEMENTOS À TRAÇÃO ANIMAL EM SISTEMA DE CULTIVO EM SULCOS E CAMALHÕES 1,50 m.[1]

Harbans Lal[2]

RESUMO

No* ICRISAT (International Crops Research Institute fot the Semi-Arid Tropics) India, cerca de 50 ha de vertisol e 30 de alfisol são cultivados em sistemas de cultivo, em sulcos e camalhões, em que requer modos de operações de campo pouco diferentes dos exigidos pelos sistemas tradicionais de cultivo desse País. Isto vem sendo realizado em escala operacional, com equipamentos, à tração animal do tipo Chassi Porta-Implementos, principalmente o Tropicultor, como parte do sistema de pesquisa agrícola incluso no Programa de Pesquisa de Sistemas de Produção (Farming Systems Research Program). Os dados das várias operações são registrados todos os anos, para avaliação econômica.

O trabalho apresenta detalhes do sistema de cultivo em sulcos e camalhões, suas vantagens e seqüência das operações, seus requerimentos e os períodos de cada operação para os sistemas de cultivo em consórcio e com culturas isoladas (seqüencial e soca). Os dados das operações de 1976 foram analisados para permitir o cálculo das médias das capacidades de campo para várias operações. Os números de horas de trabalho para cada operação foram calculados a partir dos períodos disponíveis para sua realização (calendário agrícola) e de outras hipóteses específicas no trabalho. A integração desses números com as médias das capacidades de campo serviu para se calcular o número de hectares que podem ser manejados com o

---

[1] Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola em Brasília de 22 a 27 de Junho de 1981.

[2] Engº Agrícola, Master of Technology, Consultor especialista em Mecanização Agrícola IICA/EMBRAPA/CPATSA, e Ex-Agricultural Engineer, International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics.

* The paper has not been reviewed by appropiate aythoarties if ICRISAT and should not be considered as formal publication of ICRISAT.

Tropicultor e seus implementos, quando usados nos sistemas de cultivo em questão. Dentre as áreas máximas que podem ser trabalhadas pelo Tropicultor nos períodos disponíveis para cada uma das diversas operações, a de menor valor é definida como sua área de comando (Command Area). Tradicionado por uma junta de bois e sob as condições de Hyderabad. India, o Tropicultor usado em sistema de sulcos e camalhões apresentou área de comando igual a 13,86 ha, bem superior à verificada com os equipamentos e sistemas de cultivo tradicionais.

INTRODUÇÃO

O International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) desde sua criação em 1972 tem o programa de Farming Systems Research (FSRP) que está voltado para o desenvolvimento das tecnologias aplicáveis às regiões semi-áridas. Krantz et al. (1974) definiram o "Farming System", é complexo inteiro, compreendendo a alocação, o manejo e o desenvolvimento dos recursos disponíveis bem como as decisões e atividades dentro de uma unidade operacional de produção agrícola e no processamento e comercialização dos produtos agrícolas.

O FSRP do ICRISAT tem as seguintes metas (ICRISAT, 1980):

(I) Detalhar e classificar os aspectos agronomicamente relevantes dos recursos de solos e clima de trópicos semi-áridos.

(II) Identificar os processos físicos e biológicos que influenciam no desempenho das culturas em vários agroclimas dos trópicos semi-áridos e fundar (estabelecer) os princípios básicos para detalhar estes processos.

(III) Desenvolver os sistemas de cultivo (Production Pratices) e sistemas de produção (Systems of Farming) que resultam em melhor e estável produção das culturas pela ótima realização dos recursos naturais.

Para atingir estas metas, o ICRISAT adotou o sistema de pesquisa multidisciplinar em Farming Systems Research Program. Fatores específicos vêm sendo pesquisados em sub-programas e as interações das pesquisas de cada disciplina, ainda, são testadas em escala operacional a nível de campo experimental e dos produtores. O sub-programa de Mecanização Agrícola (Farm Powe and Equipment) é uma parte integrante do FSRP compreendendo vários experimentos de pesquisa em escala operacional.

Os objetivos principais de pesquisa, em escala operacional, que estão sendo realizados em bacias hidrográficas, são (ICRISAT, 1980):

(I) Integração de vários fatores das tecnologias melhoradas para um sistema viável de produção;

(II) Determinação dos rendimentos potenciais e estabilidade dos vários sistemas de produção, que resultam em melhor utilização dos recursos;

(III) Estudar a eficiência de utilização da água de chuva e a economia dos váris sistemas de produção.

A área total, onde se realiza a pesquisa em escala operacional, abrange cerca de 50 ha de vertisol e 30 ha de alfisol, com equipamentos à tração animal, principalmente Tropicultor e seus implementos, em vários sistemas de cultivos.

O Tropicultor desenhado por J. Nolle e fabricado pela Mouzon, França, é um dos vários tipos de Chassi-Implementos disponíveis no mundo, tradicionado por junta de bois, Lal & Nunes (1980-81).

Os sistemas testados: I) Sulcos e camalhões de 0,75m. II) Sulcos e camalhões de 1,50m. III) Plantio em plano. Existe nítida vantagem entre os sistemas de sulcos e camalhões, em comparação ao sistema de plantio em planos, usados tradicionalmente, pelos agricultores da região do Trópico Semi-Árido da Índia.

As experiências, em 1974, indicaram que, durante um regime de chuvas intensas, o sistema de sulcos e camalhões de 0,75m em alfisol, apresentou problema de destruição dos camalhões, onde ocorria micro depressão. Para evitar tal problema, a partir dos anos seguintes, foi introduzido o sistema de sulcos e camalhões (ICRISAT, 1976-77) de 1,50m, que se manteve, não havendo destruição mesmo em regime de chuvas intensas.

Esse sistema consiste de dois sulcos distanciados 1,50m, um do outro, com o camalhão pouco elevado, o qual permite escoamento da água de chuva para os sulcos. Esses sulcos são implantados com declive médio de 0,4 – 0,8%, dependendo do tipo de solo, o que resulta em escoamento superficial acentuado. Além disto, o sistema apresenta as seguintes vantagens: (LIMA, 1978).

1. Uma vez estabelecidos os sulcos e camalhões, podem ser cultivados e plantados, deixando-os em sua posição original. Deste modo, todo o trágefo de animais de tração, e as rodas dos implementos se verifica nos sulcos, o que contribui para evitar compactação entre sulcos;

2. Desde que o sistema de sulcos e comalhões de 1,50m é permanente, confeccionado de acordo com a declividade prevista, não há necessidade de terraço de contorno;

3. Mantendo-se o camalhão cultivado no mesmo local, durante um longo período, os resíduos de fertilizantes e matéria orgânica tendem a acumula-se na zona das raízes;

4. Em situação onde a irrigação suplementar venha a ser realizada, os sulcos espaçados de 1,59m parecem ideais;

5. Os camalhões de 1,00m permitem uma maior flexibilidade para os padrões de consórcio, bem como, o cultivo entre as linhas das culturas;

6. A maior vantagem desta tecnologia é que com uso de Chassi Porta-Implementos, a largura de 1,50m pode ser trabalhada em cada passagem da operação efetuada, isso resulta num percurso total de 6,6 km/ha, com a vantagem do trabalhador manejar a máquina sentado.

OPERAÇÃO EM SULCOS E CAMALHÕES DE 1,50m.

Na Índia existem duas estações denominadas "Kharif"[1] e "Rabi"[2]. A estação "Kharif", de meados de junho a meados de outubro, é a principal estação de cultivo para as regiões que têm alta probabilidade de chuvas durante a monção[3], e também para as regiões com solos que não têm alta capacidade de retenção. Para manejar o sistema em sulcos e camalhões (semi-permanente) nestes tipos de solos, a primeira operação é realizada com dois arados acoplados à barra do Chassi-Implementos distanciados um do outro 1,00m. Esta operação destina-se à remoção dos resultados da cultura anterior e é efetuada logo depois da colheita da estação "Rabi" nos solos pretos e logo que possível com as primeiras chuvas.

A segunda operação, que é efetuada imediatamente depois da aração nos solos vermelhos e depois de receberem chuvas na época pré-monção nos solos negros, é feita com 4 ou 5 enxadas de cultivo acoplados à barra do Chassi Porta-Implementos para quebrar os torrões resultantes da aração. Se necessário é efetuada uma capina nos sulcos com dois culcadores durante o uso das enxadas de cultivo ou separadamente.

A terceira operação é a reforma dos sulcos e camalhões, acoplando-se à barra do Chassi Porta-Implementos os dois sulcadores com o enleirador flutuante, para obtenção de uma forma regular e adequada para a operação de plantio.

A operação de plantio e de adubação são efetuadas com uma máquina ou com duas máquinas separadamente usando tração animal e os equipamentos do Chassi Porta-Implementos ou de outro tipo. Esta operação é efetuada em condições de seca nos solos negros antes de começarem as chuvas de monção e nos solos vermelhos, após começar a monção e quando os solos têm umidade suficiente para germinação.

A capina é efetuada mais ou menos 15 dias após a emergência das plantas, com as enxadas de cultivo e algumas vezes com sulcadores, para capina entre as linhas do cultivo e dos sulcos. Os períodos das várias operações efetuadas nos solos negros (vertisol), são apresentadas no calendário agrícola que aparece na Figura 1, para os vários sistemas de cultivo, sob as condições de Hyderabad.

ÁREA DE COMANDO (Command Area): DEFINIÇÃO E SUA FINALIDADE.

É um valor em hectare que pode ser cultivado com um e/ou vários equipamentos no sistema de cultivo nas condições específicas. Para se chegar a este valor precisa-se das médias das capacidades de campo das várias operações do sistema e os tempos em horas para cada operação.

A integração destes valores servem para calcular o número de hectares que podem ser manejados com o(s) equipamento(s) quando usado(s) no sistema de cultivo em questão. Dentre as áreas máximas que podem ser trabalhadas pelo(s) o(s) equipamento(s) nos períodos disponíveis para cada uma das diversas operações, o menor valor é definido como sua(s) área de comando (Command Area).

Os métodos similares, chamados aproximação sistemática (Systems Approach), têm sido usados, há muito tempo por pesquisadores, para tomar decisões que resultam em ótimo uso dos equipamentos disponíveis, e nas seleções dos novos equipamentos.

Scott (1970) usou o modelo de simulação "Decision Tree Model" a especificar o sistema de produção e seus sucessivos processos para selecionar o alternativo mais econômico das máquinas e dos trabalhadores para atingir o nível requerido da produção de tempo ótimo de processo.

Burrows & Siemens (1974) usaram métodos em determinação às máquinas apropriadas e mais econômicas para as fazendas de milho-soja na zona de milho do E.U.A. Bowers (1975) selecionou os equipamentos das operações agrícolas para 50.000 ha na Yugoslávia usando esta técnica. Muchiri et al. (1977) calcularam as perdas em decorrência de plantio e capina atrasados, usando equações matemáticas lineares, para definir o ótimo nível de mecanização para pequenos produtores no Kenya.

Mialhe (1974) & Saad (1978) apresentaram várias equações matemáticas para calcular os gastos e custo por hora das máquinas operações de campo. METODOLOGIA.

A pesquisa do ICRISAT de sistema de produção em escala operacional, fornece uma oportunidade única para coletar dados do uso das máquinas, como

se fosse em situação real das propriedades do trópico semi-árido. Tem sido admitida a necessidade de determinar a área que pode ser manejada com Tropicultor e seus implementos, em sistema de cultivo melhorado. Este sistema é implantado com o uso de boa qualidade de adubo e sementes melhoradas, fazendo todas as operações no sistema de sulcos e camalhões de 1,50m de forma descrita anteriormente.

Os dados do uso de equipamentos registrados por equipe de operação de campo nas bacias hidrográficas do vertisol, foram analisados para calcular as médias das capacidade de campo das várias operações realizadas no sistema de sulcos e camalhões de 1,50m. Na Tabela 1, são relacionadas as bacias hidrográficas, suas áreas, operações realizadas e o tempo gasto durante a cultura de monção de 1976. A área da bacia hidrográfica, dividida pelo tempo gasto, nos dá a capacidade de campo efetivo dessas capacidades divididas pelo número total das bacias, apresentando a média e seu intervalo de capacidade para as diversas operações separadamente (Tabela 2).

Para definir os tempo nos quais as diferentes operações podem ser feitas usa-se o calendário agrícola (Figura 1) do consórcio, como um representativo, com as seguintes suposições:

(1) A aração e sulcamento inicial devem ser efetuadas imediatamente após a colheita da segunda cultura após a monção, utilizando efetivamente 66% do tempo total.

(2) A cultivação (segunda operação após aração para quebrar os torrões e tirar as ervas daninhas surgidas após as primeiras chuvas) e a reforma dos camalhões devem ser efetuadas após o recebimento de chuvas durante o período seco;

(3) Somente 50% do tempo disponível é utilizado para cultivação e formação dos sulcos e camalhões, porque ambos, são controlados pelas chuvas de pré-monção recebida durante estes períodos.

(4) Plantio e adubação devem ser efetuados próximos do final do período seco;

(5) Durante a adubação, o plantio e a capina entrelinhas, 75% dos dias disponíveis são utilizados efetivamente;

(6) Capina entrelinhas, deve ser efetuada duas vezes, a primeira, no período de 10 a 15 dias após a germinação.

Baseando-se nestes procedimentos, a Tabela 3 mostra o tempo de duração e

os números totais de dias de trabalho disponíveis para as várias operações, e na Tabela 4 encontram-se as áreas que podem ser trabalhadas usando o Tropicultor e seus implementos, para diferentes operações, supondo que pelo menos seis horas efetivas de trabalho poderiam ser utilizadas no trabalho diário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Média da capacidade de campo para aração em sistemas de sulco e camalhão é a menor (0,17ha/hr) de todas as operações, porque requer maior esforço. As capacidades de campo nas outras operações, variam em média no intervalo de 0,22 a 0,33 ha/hr. A capacidade de campo para o plantio e adubação é relativamente similiar reforço, tal como cultivação, não obstante um tempo considerável ser perdido devido às paradas requeridas para o enchimento do reservatório de sementes e fertilizantes. Esta alta capacidade de campo, devido a eficiente supervisão durante essas operações assim como o fato do plantio e adubação serem feitos em solo seco.

2. A época disponível para o preparo do solo incluindo a reforma dos camalhões que não depende das chuvas de monção, poderá ser a mesma ano após ano. Enquanto a época de plantio e de capina dependem do começo das chuvas de monção, variam ano após ano.

3. Os números de dias disponíveis para as várias operações, como se encontram na Tabela 4, mostram o menor valor para o plantio e adubação. É inteiramente provável que se o agricultor demorar nestas operações, ele perderá consideravelmente, e resultará em trabalhar com dificuldades quando os solos estiverem úmidos.

4. O cultivo de monção, com Tropicultor e seus Implementos, que cobre a menor área durante as operações de plantio, que é referido sua área de comando, nas condições específicas.

O procedimento usado nesse modelo para predizer a área que pode ser cultivada com o Tropicultor e seus Implemengos é preliminar por causa de várias suposições relacionadas, que precisam ser testadas e/ou quantificadas exatamente. O modelo pode ser melhorado, posteriormente, com a incorporação de outros fatores tal como a substituição nas capacidades de campo de várias operações devido às condições de solo e umidade predominante. As probabilidades de chuvas precisam ser incorporadas para calcular o tempo disponível para operações de plantio e capina mais exata, quantificando os dias não trabalhando.

No presente modelo, as operações incluídas são baseadas naquelas feitas durante o cultivo de monção em 1976. No futuro será possível excluir certas ope-

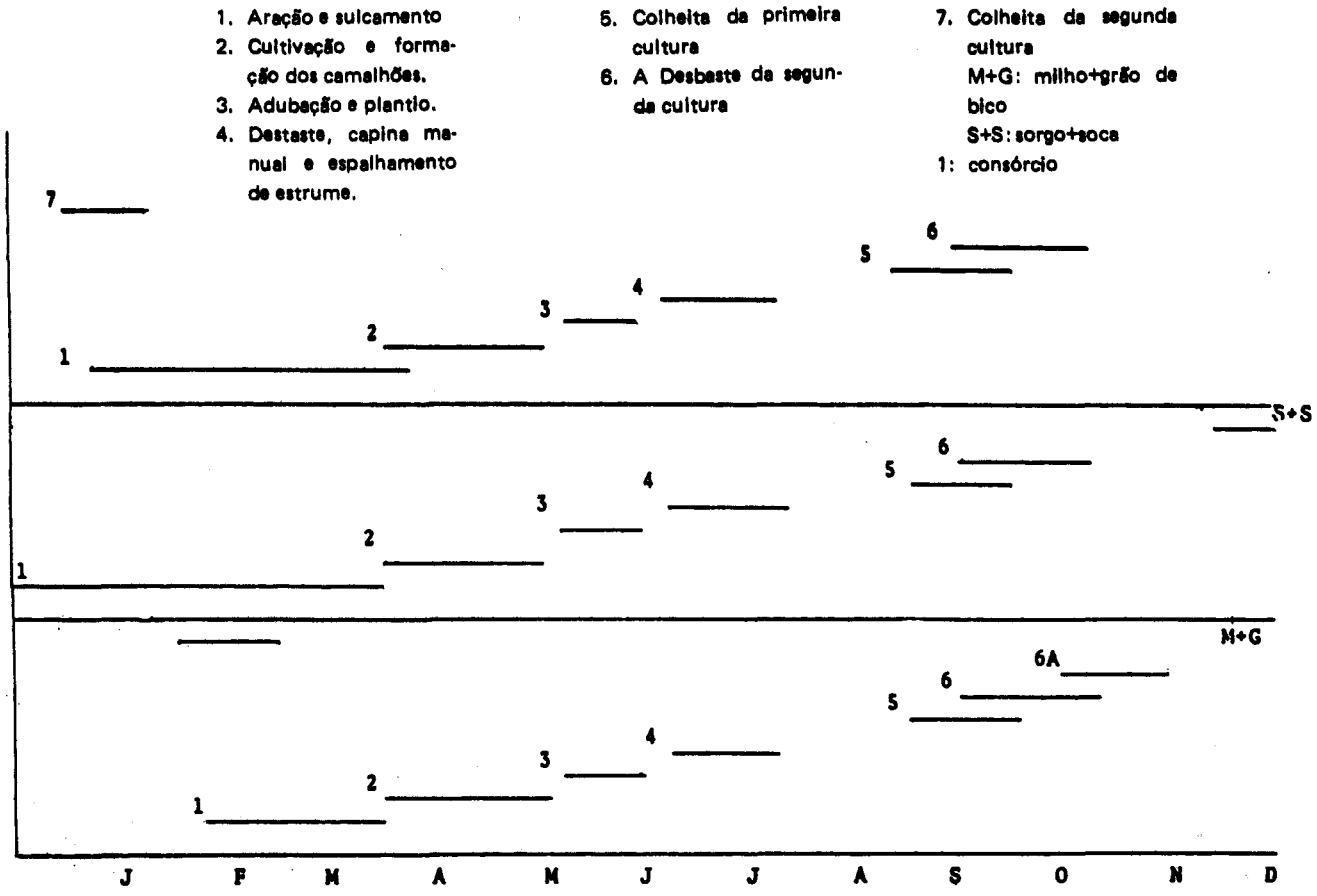

Figura 1. Calendário Agrícola para vários sistemas de cultivo.

TABELA 1. Observações de tempos gastos para realização de várias operações em bacias hidrográficas em vertisol durante 1976.

Bacia didrográfia:	BW1	BW2	BW3A	BW7A	BW7B	BW7C	BW7D	BW7E	BW7F	Capacidade de Cam-
Área (ha)	3.25	3.46	4.42	3.15	2.20	2.05	2.28	0.63	0.45	po média ha/h.
	A capacidade de campo ha/h (entre parênteses)									
ARAÇÃO	16,51 (0,20)	17,26 (0,20)	31,50 (0,14)	19,50 (0,16)	15,25 (0,14)	10,00 (0,20)	21,50 (0,11)	4,00 (0,16)	2,05 (0,22)	0,17
SULCAMENTO	9,68 (0,34)	8,00 (0,43)	25,77 (0,17)	11,03 (0,29	13,75 (0,16)	9,00 (0,23)	11,00 (0,21)	2,87 (0,22)	3,75 (0,12)	0,24)
CULTIVAÇÃO	12,02 (0,27)	7,47 (0,46)	24,00 (0,18)	19,00 (0,17)	7,99 (0,27)	14,00 (0,15)	8,00 (0,28)	3,96 (0,16)	4,30 (0,10)	0,23
FORMAÇÃO DOS CA MALHÕES	8,74 (0,37)	12,00 (0,29)	24,00 (0,18)	15,34 (0,21)	8,36 (0,26)	14,00 (0,15)	8,00 (0,28)	4,00 (0,16)	4,05 (0,11)	
ADUBAÇÃO	9,00 (0,36)	12,00 (0,29	14,01 (0,32)	10,65 (0,30)	8,45 (0,26)	12,00 (0,17)	8,00 (0,28)	2,00 (0,32)	1,20) (0,37)	0,30
PLANTIO	10,98 (0,30)	15,02 (0,23)	11,98 (0,37)	8,50 (0,37)	10,00 (0,22)	12,00 (0,17)	7,00 (0,33)	2,00 (0,32)	2,30 (0,19)	0,28
CAPINA ENTRELI- NHA I	10,01 (0,32)	21,00 (0,16)	17,46 (0,25)	6,49 (0,48)	5,54 (0,40)	4,51 (0,45)	13,50 (0,17)	3,00 (0,21)	2,00 (0,23)	0,30
CAPINA ENTRELI- NHA I	7,25 (0,45)	10,48 (0,33)	13,26 (0,33)	16,50 (0,19)	6,49 (0,34)	6,50 (0,32)	— (—)	— (—)	— (—)	0,35

rações e fazer duas ou mais operações simultaneamente (por exemplo, plantio e adubação). Com isto aumentar-se-á "Área de Comando".

No ICRISAT, o cultivo de monção, sob o sistema de produção melhorada, é seguido de cultivo pós-monção com consórcio ou cultivo seqüêncial. No presente modelo somente as operações do cultivo de monção são consideradas porque as operações de campo requeridas durante a estação de monção permanecem as mesmas para todos os sistemas de cultivo usado, em separado, um modelo considerando-se as operações de pós-monção também, em sistemas de cultivo duplo (Lal, 1978).

TABELA 2. Capacidade efetiva de campo, média e intervalo para várias operações com Tropicultor e seus implementos em sistemas de cultivo de sulcos e camalhões de 1,50m.

OPERAÇÃO	Capacidade Efetiva em Campo	
	Hectare/Hora	
	Intervalo	Média
Aração	0,11 a 0,22	0,17
Sulcamento	0,12 a 0,43	0,24
Cultivação	0,10 a 0,46	0,23
Reformação dos sulcos	0,11 a 0,37	0,22
Adubação	0,17 a 0,37	0,30
Plantio	0,17 a 0,37	0,28
Capina entre linha I	0,16 a 0,48	0,30
Capina entre linha II	0,19 a 0,45	0,33

TABELA 3. Duração (período) e números de dias efetivos disponíveis para diferentes operações, baseado no calendário agrícola.

OPERAÇÃO	Duração	Dias Total Aproximadamente	Dias Trabalho efetivos
Aração e sulcamento.	22 Janeiro à 21 Abril	90	60
Cultivação e reformação dos sulcos.	16 Abril à 30 Maio	45	22,5
Adubação e plantio.	08 Junho à 30 Julho	22	16,5
Capina entre linha I e II	08 Julho à 07 Agosto	30	22,5

TABELA 4. Números de dias efetivos para várias operações e a área trabalhada com Tropicultor e seus implementos em sistemas de sulcos e camalhões 1,50m.

	Número de dias efetivos.	Horas efetivas no trabalho diário.	Tempo total de trabalho.	Capacidade efetiva em campo	Área trabalhada
	Dias/ano	Horas/dias	Horas	Hectare/hora	Hectare
Aração	30	6,00	180,0	0,17	30,60
Sulcamento	30	6,00	180,0	0,24	43,20
Cultivação	11,25	6,00	67,5	0,23	15,52
Reformação de Sulcos	11,25	6,00	67,5	0,30	14,85
Adubação	8,25	6,00	67,5	0,22	14,85
Plantio	8,25	6,00	49,5	0,28	13,86
Capina entre-linha I	11,25	6,00	67,5	0,30	20,25
Capina entre-linha II	11,25	6,00	67,5	0,33	22,27

Área de comando (Command Area) 13,86 ha.

LITERATURA CITADA

BOWER, W. Selection of machinery for a 50.000 hectare farming operation in Yugoslavia. Davis, California, American Society of Agricultural Engineers, 1975. (ASAE. Paper, 1006).

BURROWS, W.X. & SIEMENS, J.C. Determination of optimum machinery for corn-saybean farms. **ASAE Transaction, 17** (6): 1.130-5, nov./dez. 1974.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS, Hyderabad, India. Farm power and equipment. **Annual Report 1978-79**, Patancheru, P.O., Andhra Pradesh, 1980. p.191-6.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. Hyderabad, India. **Annual report farming systems program 1976-77.** (an informal report). Hyderabad, India, s.d. 104p.

KRANTZ, B.A. & ASSOCIATES. **Cropping patterns for increasing and stabilizing agricultural production in the semi-arid tropics.** Hyderabad, ICRISAT, 1974 43p. il (FOL 1478).

LAL, H. **Calculation of Command Area of Tropicultor and its Attachments Using Linear Programing Techique.** A project Report submihed Andhra Pradesh Productivity Council, Hyderabad, India 1978.

LAL, H. & NUNES, P.F. **Como construir o "Multicultor CPATSA" numa oficina local.** Petrolina, PE., EMBRAPA–CPATSA, 1980. 22p. (EMBRAPA–CPATSA. Comunicado Técnico, 3).

LAL, H. & NUNES, P.F. **Mecanização agrícola, em sistemas de produção para pequenas e médias propriedades de regiões semi-áridas.** Petrolina, PE., EMBRAPA–CPATSA, 1980. 20p. Trabalho apresentado no 3º Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação do Solo, Recife, PE., 1980 (FOL 3347).

LAL, H & NUNES, P.F. **Multicultor CPATSA: Fabricação e Uso.** Petrolina, PE. EMBRAPA–CAPTSA, 1981. 96p (EMBRAPA–CPATSA, Circular Técnica, 6).

LIMA, A.F. **Reservatório de visita ao ICRISAT.** Petrolina, PE., EMBRAPA–CPATSA 1978. 60p. il.

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola.** São Paulo, SP., Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301p. il (Biblioteca Agronômica Ceres, 11).

MUCHIRI, S. & HOTLHMAN, M.M. **A systems analysis of small holder Agriculture: a systems approach to mechanization.** Nairobi, Kenia, University of Nairob, Department of Agricultural Engineering, 1977.

SAAD, O. **Seleção do equipamento agrícola.** 2.ed. São Paulo, SP., Nobel 1978. 126p. il.

SCOTT, J. T. **The systems approach to machinery selection: a corn and sobean production apllication.** Minneapolis, Minnesota, American Society of Agricultural Engineers, 1970. (ASAE. Paper, 126).