

ESTÁDIO ATUAL DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NA ÍNDIA E SUA EVOLUÇÃO NO ICRISAT*

Harbans Lal²

RESUMO

Aproximadamente 90% das propriedades rurais da Índia têm área inferior a 5 hectares. Esta característica e a limitada disponibilidade de capital concorrem para tornar a tração animal importante na agricultura indiana.

Os dois tipos de equipamentos agrícolas atualmente existentes no país são:

a) Equipamentos de madeira desenvolvidos pelos próprios agricultores e fabricados pelos ferreiros das vilas rurais;

b) Equipamentos metálicos desenvolvidos pelos centros nacionais de pesquisa e construídos por fabricantes de pequeno porte.

O trabalho apresenta, inicialmente, as especificações dos equipamentos mais utilizados pelos pequenos e médios agricultores, suas vantagens e limitações. Em seguida, aprofunda-se na exposição dos objetivos, da filosofia e dos projetos em andamento do programa de Mecanização Agrícola (Farm Power and Equipment sub Program) iniciado em 1974 como parte integrante do programa de Pesquisa

* International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru A.P. Índia. The contents in this paper are personal views of the author reinforced with literature cited. This paper should not be considered as ICRISAT contribution.

1. Trabalho apresentado no XI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Brasília, 22 a 27 de Junho de 1.981.
2. Eng^o Agrícola, Master of Technology, atualmente, Consultor Especialista em Mecanização Agrícola CPATA/EMBRAPA/IICA. Ex-Agricultural Engineer, ICRISAT, Patancheru, A.L. Índia.

do Sistema de Produção (Farming Systems Research Program) do ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics), Índia. Detalha particularmente os equipamentos desenvolvidos pelo ICRISAT e vários tipos de Barra Porta-Implementos (Tool Bars) e de Chassi Porta-Implementos (Tool Carrier) que foram testados e avaliados afim de se escolher os mais apropriados para realizar as operações em sistema de cultivo em sulcos e camalhões de 1,50 m. Uma das grandes vantagens do Chassi Porta-Implementos quando usados nesse tipo de sistema é que para trabalhar um hectare ele faz um percurso total de 6,6 km com o operador trabalhando sentado, enquanto que, usando-se equipamento tradicional, por exemplo, um arado de 15 cm de largura de corte o operador necessita caminhar 66,6 km.

INTRODUÇÃO

O subcontinente Indiano é bem distinto, por causa de montanhas e mares, do resto da Ásia. Localiza-se no hemisfério norte e estende-se dentre as latitudes 8°17'53" e 37°17'53" norte e longitudes 68°07'33" e 97°24'47" oeste, com área total de 3.269.703,4 km² e é caracterizado como um país agrícola predominando pequenos proprietários (Nanavati & Anjaria, 1970).

De acordo com o censo agropecuário de 1971, a área média das propriedades da Índia foi calculada em 3,0 ha (Nanavati & Anjaria, 1970) enquanto que aproximadamente 90% das propriedades rurais da Índia têm área inferior a 5 hectares (Isae, 1978). A maior parte de tração para trabalhar nestas propriedades é obtida com bois. Embora em algumas partes usa-se outros animais, como camelo e cavalos etc., são destinados a locais específicos. O número de tratores na Índia, embora esteja crescendo rapidamente de 34 mil em 1961 para 250 mil tratores em 1975 (Isae 1977-78, Nanavati & Anjaria, 1970), o uso deles é geralmente restringido às áreas irrigadas (Binswanger et al., 1979). Subramanium & Ryan, (1975) mostram que em 1966, 89% da força de tração empregada na agricultura indiana vinha da tração animal e o restante da motomecanização. Nos estados das Karnataka, Madhya Pradesh e Maharashtra, predominantemente regiões do trópico semi-árido, estas percentagens eram da ordem de 89%, 96% e 75%, respectivamente.

A população de animais foi registrada 67,2 milhões e 77,8 milhões em 1951 e 1961 respectivamente (Nanavati & Anjaria, 1970) o que representa a disponibilidade de um par de bois por aproximadamente 5 hectares de área cultivada. É importante mencionar aqui que na Índia, geralmente, usa-se o par de bois para as maiores operações de campo. Com esses fatos e com investimento limitado, (Nanavati & Anjaria, 1970), a tração animal é muito importante na agricultura indiana. As grandes propriedades, que adotaram os tratores, ainda usam a tração animal para algumas operações (Isae 1977-78). O conceito de usar tração animal em agricultura é muito antigo, geralmente todos os agricultores possuem

junta-de-bois se têm recursos para isso e fazem todas as operações de campo com ela (Lal & Nunes, 1980). Realmente, será difícil encontrar uma área cultivada que não tenha sido preparada por tração animal.

EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS

Os equipamentos à tração animal, atualmente disponíveis aos agricultores indianos, podem ser assim categorizados:

I – Equipamentos de madeira desenvolvidos pelos próprios agricultores e fabricados pelos carpinteiros de vilas sem nenhuma ajuda técnica.

II – Equipamentos metálicos, desenvolvidos pelas empresas nacionais do governo e privadas, especializadas em mecanização agrícola e fabricados pelos pequenos e médios fabricantes.

O conjunto de equipamentos de madeira segundo Lima (1978), Lal & Nunes (1980) consiste de:

- a) Arado de madeira (Desi Plow)
- b) Grade de lâmina (Blade Harrow)
- c) Cultivador de lâmina (Blade Hoe)
- d) Plantadeira tipo funil (Tippen)
- e) Carro de bois de madeira

O Arado de Madeira (Dese Plow) é um dos mais antigos equipamentos da Índia cuja eficiência e a forma geral não são muito diferentes do que eram talvez há mais de mil anos atrás (Nanavati & Anjaria, 1970). Os modelos deste arado variam em termos de largura de corte e ângulo de penetração, de acordo com os solos e as raças de animais de várias regiões. Em geral, a largura de corte desse arado é aproximadamente 15 cm e com velocidade de 1,00 m/seg da junta-de-bois, cobrir-se-á aproximadamente 0,25 h por dia (6 horas de trabalho). A limitação maior deste equipamnto é que os solos não podem ser invertidos quando se usa este arado. Para aumentar a vida do arado, alguns fabricantes fabricam o arado com ferro, mas a eficiência fica a mesma.

A Grade de lâmina (Blade Harrow) é o equipamento que serve para várias funções. Consiste em uma prancha de madeira e uma lâmina de ferro. As várias operações realizadas com este equipamento são: cultura depois aração para quebrar os torrões resultantes, limpar os solos para plantar sem aração, nivelar os solos com pequenas ondulações e capinar as ervas resultantes das primeiras chuvas antes do plantio. A largura de corte depende dos componentes de lâmina de ferro

ou de prancha de madeira que varia de 60 a 70 cm. A capacidade de campo para várias operações dispõe-se em ordem de 1,0 ha a 1,2 ha por dia de trabalho de 6 horas.

O Cultivador de Lâmina (Blade Hoe) é um equipamento semelhante à Grade de Lâmina. O tamanho deste equipamento varia dentre 30 cm a 40 cm. O Equipamento, principalmente usado para capina, pode ser usado em par para cada junta-de-bois. O tamanho da canga para uso deste equipamento em par ou simples é determinado de acordo com as distâncias entre filas de culturas. O rendimento deste equipamento depende dos números de equipamentos usados para cada junta, varia de 0,5 ha a 1,0 ha por dia (Trabalho de 6 horas).

A Plantadeira Tipo Funil (Tippen) é um equipamento que presta para várias culturas, consiste em uma prancha de madeira com dois, três ou quatro abridores de sulcos de plantio. Os furos do funil, que são em iguais números dos abridores de sulcos, são ligados aos abridores pelos bambus, os quais dirigem as sementes para o solo. O modelo de funil e a distância entre abridores de sulcos variam de acordo com os tipos de culturas e distâncias entre fileiras recomendadas em várias regiões. As taxas de sementes para várias culturas são controladas pelos operadores colocando sementes no funil. Os agricultores indianos têm muita prática e habilidade para controlar as taxas.

O rendimento deste equipamento varia de acordo com os números de abridores de sulcos e distâncias entre eles. Mas de modo geral varia em 1,0 a 1,5 ha por dia (Trabalho de 6 horas).

O Carro-de-Bois, que não pode ser chamado um equipamento agrícola, é uma parte muito importante do conjunto tradicional das máquinas agrícolas usadas pelos agricultores indianos. Há aproximadamente 15 milhões de carros de bois na Índia (Fao, 1980), os quais são usados para dois terços do transporte total da Índia rural, que equivalem a 10 bilhões ton-km. Existem muitos modelos destes carros-de-bois, mas em geral consiste em uma plataforma com um cambão e duas rodas de madeira. Estes carros-de-bois são semelhantes aos carros-de-bois predominantes em algumas regiões do Nordeste do Brasil. A maior diferença entre os dois tipos é que, no caso de carro nordestino, o eixo com as rodas gira em buchas fixadas ao chassi, enquanto que nos carros-de-bois indianos as rodas têm buchas no centro o que gira nos eixos fixados ao chassi. A capacidade de transporte destes carros varia de 200 a 500 kg e depende da estrada e do tamanho de bois.

II – O conjunto básico de equipamentos metálicos disponíveis atualmente aos agricultores indianos é bem similar ao conjunto disponível no Brasil. O conjunto básico consiste de:

- a) Arado de Aiveca (fixo reversível)
- b) Cultivador de cinco enxadas
- c) Grade de disco com 6 ou 8 discos
- d) Plantadeira e adubadeira
- e) Carro de bois metálico

Na Índia há mais de 1.500 empresas segundo registro do Isae (1980), que fabricam máquinas agrícolas deste tipo. Para controlar a qualidade e estandardizar as partes dos equipamentos fabricados pelas várias fábricas, Indian Standards Institute (ISI) tem publicações dos padrões de alguns equipamentos, e os agricultores preferem comprar os equipamentos com testemunho do ISI.

VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS

Equipamentos de Madeira:

– Vantagens:

- a) Fabricados pelos carpinteiros e ferreiros da vila;
- b) Recuperados pelos próprios agricultores e/ou ferreiros da vila;
- c) Usa os materiais disponíveis no campo;
- d) Baixo investimento inicial,
- e) Pagamento por troca de serviço;
- f) Fácil de operar e manter.

– Limitações:

- a) Menor vida útil;
- b) Profundidade de operação limitada;
- c) Regulagem por ajuste da distância de engate dos animais ao cambão.

EQUIPAMENTOS METÁLICOS

– Vantagens:

- a) Maior vida útil;
- b) Podem ser usados para operações mais profundas;
- c) Regulagem pelos componentes integrantes do implemento;
- d) Melhor rendimento.

— Limitações:

- a) Precisa comprar e recuperar na cidade;
- b) Precisa dos pagamentos imediatos;
- c) Alto investimento inicial.

Mesmo com essas limitações e vantagens de cada tipo dos equipamentos, as mais preferidas pelos agricultores da região do trópico semi-árido são dos equipamentos de madeira. Todos esses equipamentos vêm sendo usados há muito tempo e parece que serão usados por mais tempo.

A magnitude de investimento em equipamentos agrícolas pelos agricultores indianos da região do trópico semi-árido é da ordem U\$ 10 a U\$ 75 por hectare dependendo do tipo de solo e área irrigada de propriedade. A maior parte deste investimento é para os equipamentos de irrigação (bombas motorizadas). Tabela 1 apresenta os resultados preliminares deste assunto de uma pesquisa 'Village Level Study' em andamento do Departamento de Economia do ICRISAT em seis vilas da região do trópico semi-árido da Índia, onde os dados de 30 agricultores em cada vila são registrados regularmente.

TABELA 1 — Investimento em equipamentos * agrícolas pelos agricultores indianos da região do Trópico Semi-Árido, casos específicos de seis vilas: (JODHA, 1977).

VILA-DIST.	TIPO DE SOLO	Proprietário médio	% Área irrigada	Área p/ boi	VALOR EQUIPAMENTOS RS/prop**	RS/ha
Aurepalli, Maheboob Nagar (AP)	(Alfisol)	2,6	13,6	2,7	1582	325
Dokur, Maheboob Nagar (AP)	(Alfisol)	1,6	38,3	1,9	1403	596
Shirapur, Sholapur (MA)	(Vertisol)	4,5	10,1	4,5	787	175
Kalman, Sholapur (MA)	(Vertisol)	5,8	11,0	5,8	985	129
Kinkheda, Akola (MA)	(Vertisol)	4,3	2,1	3,9	454	71
Kanzara, Akola (MA)	(Vertisol)	3,7	4,5	3,9	724	125

* Inclui-se equipamentos manuais, à tração animal e mecanizados (principalmente bombas de irrigação)

** U\$ 1 igual aproximadamente R\$ 8.00

PROGRAMA DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA NO ICRISAT

O International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), desde sua criação em 1972, tem um programa de Farming System Research Program, que está voltado para o desenvolvimento das tecnologias aplicáveis às regiões semi-áridas do mundo, como definido por Krantz et al. (1974), um Farming System, o complexo compreende a alocação, o manejo e o desenvolvimento dos recursos disponíveis bem como as decisões e atividades, os quais dentro de uma unidade operacional de produção ou combinação de tais unidades resultam na produção agrícola e no processamento e comercialização dos produtos agrícolas.

O Farming System Research Program do ICRISAT emprega as técnicas observadas em Krantz et al. (1974), Kampen et al. (1974) e Krantz & Kampen (1976) e Kanpend & Krantz (1977). O subprograma de Mecanização Agrícola (Farm Power and Equipment) é uma parte integrante do Farming Systems, compreendendo vários experimentos convencionais e também participa de equipe multidisciplinar, de pesquisa e em escala operacional.

Desde sua criação, o subprograma de Mecanização Agrícola vem alocando a maior parte de seus recursos para selecionar, adquirir, testar e avaliar as máquinas para realizar as operações em sistema de cultivo em sulcos e camalhões que resultam no uso mais eficiente da água de chuva e também fornecer uma drenagem adequada no caso de excessivas chuvas. Durante os anos iniciais, equipamentos tradicionais de madeira e metálicos foram usados para realizar operações de campo. Em 1975 o conceito de sulcos e camalhões de 1,50 m foi introduzido em sistema de pesquisa em escala operacional nas bacias hidrográficas, a ênfase mudou para procurar vários tipos de Chassi Porta-Implementos e Barra Porta-Implementos e testá-los em tais condições.

Geralmente, "Chassi Porta-Implementos" é definido como um Chassi montado sobre pneus com bitola ajustável ou fixa e equipado com assento para o operador. Atrás do equipamento, existe uma barra a qual acoplam-se os diferentes implementos. Também há um sistema de alavanca que aciona a barra com os implementos em movimentos ascendentes e descendentes, fazendo funcionar à semelhança de um sistema hidráulico para trator.

Os vários tipos de "Weeled Tool Carrier" que foram testados e desenvolvidos no ICRISAT segundo Lal & Nunes (1980).

1. Tropicultor, desenhado por Jean Nolle, fabricado pela M/S Mouzon, França.

2. Kenmore Tool Carrier, desenhado por N.I.A.E. (National Institute of Agricultural Engineering), Inglaterra e fabricado por Kenmore Ltd, Inglaterra.

3. Polycyltor, desenhado por Jean Nolle e fabricado por Siscoma, Senegal. Senegal.

4. Volta Tool Carrier, desenhado por A.U. Khan, atualmente coordenador do Programção de IRRI/PAK Pakistan e fabricado pela Voltas Ltd., Bombay, Índia, há 20 anos.

5. H. T. Toolbar, um Tool Carrier sem pneus, desenhado por Nolle e modificada no ICRISAT.

6. Cart-Based-Tool Carrier, desenvolvido no ICRISAT a partir de um carro-de-boi tradicional da região de Maharastra, Índia. Este carro-de-boi é de madeira e está sendo usado para conduzir as famílias de agricultores para outros lugares. Também é usado para corrida de bois nas feiras.

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 cultura para as regiões que têm alta probabilidade de chuvas durante o monção³, e também as regiões com solos que não têm alta capacidade de retenção de água. Para manejar o cultivo em sulcos e camalhões (semipermanente) nestes tipos de solos, a primeira operação é realizada com dois arados acoplados à barra do “Chassi Porta-Implementos” distanciados um do outro 1.00 m. Esta operação destina-se à remoção dos restolhos da cultura anterior e é efetuada logo depois da colheita da estação “Rabi” nos solos pretos e logo que possível com as primeiras chuvas, nos solos vermelhos.

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 acopladas à barra do Chassi Porta-Implementos para quebrar os torrões resultantes da aração. Se necessário, é efetuada uma capina nos sulcos com dois sulcadores 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-Implemento os dois sulcadores com o enleirador flutuante para obtenção de uma forma regular e adequada para a operação de plantio. Esta operação é efetuada imediatamente antes do plantio.

1 Kharif: Cultura durante período de chuvas.

2 Rabi: Cultura após período de chuvas.

3 Monção: Período de chuva.

A operação de plantio e adubação são efetuadas com uma máquina ou com duas máquinas separadamente usando tração animal e/ou equipamentos do Chassi Porta-Implementos ou outro tipo. Esta operação é efetuada em condições de seca nos solos negros antes de começar 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 entrelinhas do cultivo e dos sulcos.

A maior vantagem desta tecnologia é que com uso de Chassi Porta-Implementos, a largura de 1,50 m pode ser trabalhada em cada passagem da operação efetuada, isso resulta num percurso total de 6,6 km com o operador trabalhando sentado, enquanto que, usando equipamento tradicional de 15 cm de largura (Desi Plow) o operador necessita caminhar 66,6 km.

Além disso, o sistema de cultivo em sulcos e camalhões têm as seguintes vantagens:

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

2. Desde que o sistema de sulcos e camalhões de 1,50 m é permanente, não há necessidade de terraços de contorno ano após ano para orientar sulcos e camalhões de acordo com a declividade prescrita.

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

4. Em situação onde a irrigação suplementar venha a ser realizada, os sulcos espaçados de 150 cm parecem ideais.

5. Os camalhões de 100 cm permitem uma maior flexibilidade para os sistemas de consórcio e culturas isoladas que exijam vários espaçamentos entrelinhas.

Atualmente, o subprograma de Mecanização Agrícola (Farm Power and Equipment) do ICRISAT está sendo concentrado em quatro (4) projetos, (Binswanger et al., 1979).

a) Avaliação e manejo das máquinas agrícolas (Machinery Management).

Este projeto abrange, principalmente, a quantificação dos custos de operações e das avaliações dos fatores que influenciam as suas eficiências.

b) Manejo do solo (Soil management).

Abrange investigações sobre os métodos para melhorar a emergência das plantas, controle das ervas daninhas, redução das forças de potência requerida para preparação dos solos.

c) Tecnologia de colheita e processamento (Harvest and Post Harvest Technology).

Este projeto abrange, principalmente, a avaliação dos vários tipos de trilhadeiras disponíveis, para escolher o mais apropriado para as culturas das regiões do trópico semi-árido, principalmente, sorgo, milheto, milho etc.

d) Delineamento e fabricação das máquinas (Design and Fabrication).

Este projeto, com a ajuda dos resultados dos três primeiros, pôde delinear e fabricar os protótipos de novas máquinas. As máquinas desenvolvidas neste projeto são avaliadas em comparação com as máquinas disponíveis em escala experimental e também em escala operacional.

LITERATURA CITADA

1. BINSWANGER, H.P.; GHODAKE, R.D. & THIERSTEIN, G.E. **Observations on the economics of tractors, bullocks and wheeled tool carriers in the semi-arid tropics of India.** s.l., 1979. 23p. Workshop on Socioeconomic Constraints to Development of Semi-Arid Tropical Agriculture, ICRISAT, 1979. (FOL 839)
2. FAO. Roma, Itália. **Guidelines for a technical survey on drought animal power.** Roma, 1980. 35p.
3. INDIAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS, New Delhi, India. **Animal operated implements & machines.** In: . **Farm machinery directory – 1977-78.** New Delhi, 1977-78. Cap. 9. p101-3.
4. ISAE directory 1978, ed. por C. R. Shamugham et al. 3 ed. Tamilnadu, The Indian Society of Agricultural Engineers, 1978. 284p. il.

5. JODHA, N.S. **Resource base as a determinant of cropping patterns.** Hyderabad, ICRISAT, 1977. 57p. (ICRISAT, Occasional paper, 14) PS e 1742.
6. KAMPEN, J. & ASSOCIATES. **Soil and water conservation and management in farming systems research for the semi-arid tropics.** Hyderabad, India, ICRISAT, s.d. 52p. Trabalho apresentado no International Workshop on Farming Systems, Hyderabad, ICRISAT, 1974.
7. KAMPEN, J. & KRANTZ, B.A. **Resource conservation, management and use in the semi-arid tropics.** S.l., ICRISAT, s.d. 22p. il. Trabalho preparado para o Seminar on Agricultural Research at the Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Semi-Árido, Petrolina, PE, 1977 (FOL 374).
8. KRANTZ, B.A. & ASSOCIATES. **Cropping patterns for increasing and stabilizing agricultural production in the semi-arid tropics.** Hyderabad, ICRISAT, 1974. 43p. il (FOL 1478)
9. KRANTZ, B.A. & KAMPEN, J. **The conceptual framework, strategy and approaches of ICRISAT's farming systems research program and major gaps in the current program.** s.l., ICRISAT, 1976. 17p. (FOL 861).
10. 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).
11. LIMA, A.F. **Relatório de visita ao ICRISAT.** Petrolina, PE., EMBRAPA-CPATSA, 1978. 60p. il.
12. NANAVATI, M.B. & ANJARIA, J.J. **The Indian rural problem.** 7. ed. rev. Bombay Indian Society of Agricultural Economics, 1970. 622p.
13. SUBRAHMANYAM, K.V. & RYAN, J.G. **Livestock as source of power in Indian agriculture: a brief review.** Hyderabad, ICRISAT, 1975. 30p. (ICRISAT, Occasional paper, 12) (FOL 3653).