

# DESENVOLVIMENTO DE UMA TRILHADORA DE FLUXO RADIAL PARA SORGO (*SORGHUM BICOLOR* (L). MOENCH)<sup>1</sup>

ANTÔNIO TIMÓTEO SOBRINHO<sup>2</sup>, PETER JOHN MARTYN<sup>3</sup>,  
EVANDRO CHARTUNI MANTOVANI<sup>4</sup> e LUIS ANTÔNIO NOGUEIRA FONTES<sup>5</sup>

**RESUMO** - Uma trilhadora de pequeno porte, de fluxo radial, para sorgo, foi desenvolvida no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em cooperação com o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA. Na construção da máquina, aplicaram-se técnicas de corte, de soldagem e de usinagem em torno mecânico e utilizaram-se barras, perfis e chapas de ferro, além de dois rolamentos de esferas. A trilhadora é acionada por motor elétrico de 1,5 CV (ou a gasolina de 3,5 CV). Avaliada trilhando sorgo com teores de umidade de 15% a 24% b.u., apresentou a capacidade de trilhar de 85 a 128 kg de grãos por hora.

Termos para indexação: máquina agrícola, pequeno porte.

## SMALL RADIAL FLOW SORGHUM (*SORGHUM BICOLOR* (L). MOENCH) THRESHER

**ABSTRACT** - A small sized radial flow grain sorghum thresher was developed at the Department of Agricultural Engineering of the Universidade Federal de Viçosa with the cooperation of the National Maize and Sorghum Research Center of EMBRAPA. The machine was built of steel bars, pipes, rods, and sheet, using simple techniques (cutting, welding and lathe machining). Two roller bearings were the only special parts used. The power unit was either a 1.5 HP electric motor or a 3.5 HP gasoline engine. A threshing capacity ranging from 85 to 128 kilograms per hour was measured when evaluated with 15% to 24% w.b. grain sorghum.

Index terms: agricultural machinery, small size.

## INTRODUÇÃO

O trilhamento do sorgo, na maioria dos pequenos empreendimentos agrícolas, é feito manualmente, batendo-se os pequenos feixes de panículas contra um estrado de madeira, à semelhança do trilhamento do arroz. A mecanização da cultura do sorgo nesses empreendimentos rurais, que representam a maioria

dos produtores do Estado de Pernambuco, é restrita ao preparo do solo, embora as despesas com a colheita e o trilhamento manuais possam atingir 50% do total do custo de produção (França & Maciel, 1980).

O consumo de milho pela indústria pernambucana de rações e amido é, atualmente, da ordem de 654.000 t. A maior produção desse cereal no Estado, nos últimos anos, foi de 363.000 t em 1984 (IBGE, 1986). Assim, o sorgo constitui uma alternativa vantajosa para suprir esse déficit, sem concorrer, em área cultivada, com o milho.

As máquinas trilhadoras estacionárias disponíveis no mercado nacional são, geralmente, de grande ou médio portes, inadequadas, portanto, para produtores cuja área cultivada não ultrapassa três hectares.

O International Rice Research Institute (IRRI) vem dando ênfase ao desenvolvimento de máquinas de

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de fevereiro de 1995.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., IPA, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropec., CEP 50761-000 Recife, PE.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Univ. Fed. de Viçosa, CEP 36570-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG.

<sup>5</sup> Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Univ. Fed. de Viçosa.

pequeno porte, visando a atender a pequenos agricultores que utilizam somente a tração animal e a força humana, sem condições de investir em máquinas grandes (Kahn, 1986).

Seguindo essa linha de pensamento, admite-se que uma máquina de pequeno porte, acessível em preço ao produtor rural possuidor de aproximadamente 3 ha cultivados com sorgo, venha a favorecer a expansão da cultura no Semi-árido brasileiro. Tal máquina não deverá ser exclusiva ao trilhamento de sorgo, mas adequada também a outros grãos, como soja, feijão, arroz, etc.

Este trabalho visou desenvolver um protótipo de trilhadora de pequeno porte, de fluxo radial, apropriada à cultura do sorgo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou das etapas de projeto, construção e determinação da capacidade de trilha da máquina. O projeto e a construção foram realizados no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, MG, sendo a máquina submetida a testes para avaliação de sua capacidade de trilha em fevereiro de 1989, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) da EMBRAPA, em Sete Lagoas, MG.

### Projeto

Para definir o tamanho da trilhadora, admitiu-se um público-meta com área modal de 2 ha cultivados com sorgo, com produção total de 4,8 t por empreendimento (Lima, 1981). Considerando-se uma semana (40 horas úteis) como período adequado para a trilha daquela produção, conclui-se que a capacidade de trilha almejada para a máquina é de 120 kg por hora.

No presente trabalho, concentrou-se a atenção no mecanismo de trilha. O sistema de limpeza poderá ser objeto de um futuro trabalho.

O limite de potência foi estabelecido levando-se em conta a maior disponibilidade e o menor preço dos motores elétricos de 1,5 a 2,0 cavalos-vapor (1,1 a 1,5 kw), ou a gasolina, de potência equivalente.

### Princípio de funcionamento

O mecanismo de trilha escolhido foi o de fluxo radial, pouco estudado, porém não inédito (Lator, W. F., 1960;

Wessel, J., 1963 e citados por Kepner et al., 1972). Esse mecanismo combina as ações de impacto, atrito e pressão para obter a trilha, é de fácil construção, resultando numa máquina leve e compacta.

O mecanismo (Fig. 1) consta de um cone giratório (1) dotado de pentes (3) fixados radialmente em sua face interna, que se cruzam com pinos (4) dispostos em circunferências concêntricas, numa chapa plana não giratória (5). O material sob trilha é submetido ao impacto dos dentes em movimento, à pressão entre os pinos fixos e móveis, e à pressão entre o cone e a chapa plana por onde é impellido a passar pela ação centrífuga. É ainda submetido ao atrito contra uma coroa de borracha (6), fixada na periferia do cone. O afastamento entre a chapa fixa e o cone giratório é ajustável. O cone gira sobre rolamentos em torno do eixo fixo (9) e é provido também com aletas (7) que geram fluxo de ar que auxilia na expulsão do material trilhado.

O número de pentes do cone e o de pinos das circunferências concêntricas foram definidos empiricamente, em teste com um protótipo preliminar. São números primos entre si, para evitar o cruzamento simultâneo de mais de um pente do cone com pinos da chapa fixa e, conseqüentemente, diminuir resistências instantâneas ao giro e vibração do conjunto.

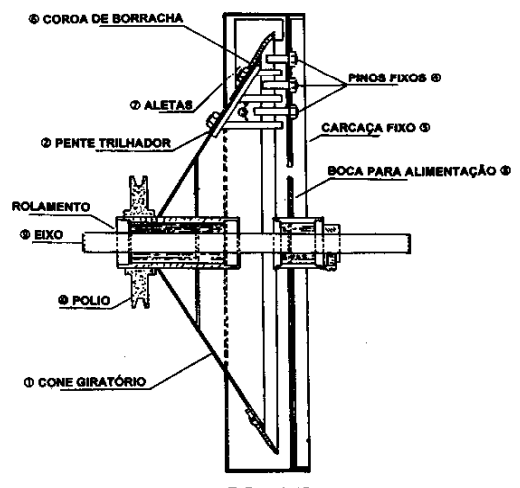


FIG. 1. Corte esquemático da trilhadora de fluxo radial.

### Sistema de acionamento

A máquina é acionada por motor elétrico (1.700 rpm), ou a gasolina (2.800 a 3.500 rpm), fixado ao seu chassi, dotado de polia trapezoidal de 100 mm de diâmetro. Uma polia trapezoidal (10) solidária ao cone giratório, de 250 mm de diâmetro para acionamento por motor elétrico ou de 400 mm para motor a gasolina, e uma correia trapezoidal completam o sistema de transmissão de potência.

### Construção da máquina

A construção da máquina ocorreu no Laboratório de Máquinas Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. O material utilizado foi aço em chapas, barras chatas e redondas e tubos. Os dois rolamentos constaram como peças especiais. Foram utilizadas as técnicas de corte (tesoura e maçarico), soldagem por arco voltaico e oxiacetilênica e de usinagem em torno mecânico; não foram usadas peças fundidas ou estampadas pela dificuldade de encontrar serviços especializados.

### Abertura para alimentação

Com base nas dimensões da panícula de sorgo (comprimento e diâmetro) estabeleceram-se as dimensões da boca de alimentação (8), cuja forma circular facilita o traçado e o corte e evita cantos por onde a chapa começa a trincar devido a vibrações. Uma moega cônica foi incorporada para facilitar a alimentação e a continuidade do fluxo. O conjunto boca/moega foi posicionado o mais próximo possível do eixo da máquina, sem, contudo, comprometer a resistência do conjunto.

### Tubo de descarga

O tubo de descarga, situado na parte superior da máquina, permite aproveitar sua altura para a instalação futura do mecanismo de limpeza, de forma que o material adquira, pela gravidade, movimento descendente nas peneiras, poupando a incorporação de elevador. A área de descarga é ligeiramente superior à de alimentação, a fim de evitar embuchamento.

### Chassi

O chassi foi construído em perfis de aço tipo "metalon" e montado sobre um eixo com duas rodas, removíveis, de 0,75 m de diâmetro, raiadas e embuchadas, para facilitar o deslocamento da máquina (Fig. 2). O motor elétrico acoplado ao chassi na sua parte inferior, abaixo do eixo do rodado, melhora o equilíbrio pelo rebaixamento do centro

de gravidade. Quando o acionamento for feito por motor a gasolina, devem ser feitas modificações no chassi para que não ocorra vazamento de combustível ou lubrificante durante o transporte. O plano superior do chassi foi definido com base na altura de pessoa de baixa estatura (1,50 m), de forma que a boca de alimentação se situasse, confortavelmente, à altura das mãos do operador (0,75 m). Dois cabos longos, removíveis, facilitam o direcionamento e a tração.

### Determinação da capacidade de trilha

A capacidade de trilha foi determinada em regime operacional, durante a colheita de um campo de sorgo do CNPMS, em Sete Lagoas. Sucessivos lotes de panículas, cujos grãos apresentavam teores de umidade decrescentes, foram submetidos à trilha, operando à velocidade periférica de 18 m/s, porque, numa avaliação visual de amostras trilhadas a diferentes velocidades, detectou-se, nesse valor, menor presença de grãos na palha.

Determinaram-se durante a operação:

- a massa do lote de panículas (kg);
- a massa dos grãos trilhados (kg);
- o teor de umidade dos grãos trilhados (% b.u.);
- a velocidade periférica do conc (m/s);
- o tempo de trilha (min).

O tempo para realizar a trilha de cada lote foi mensurado, sendo nele incluídos os retardamentos devidos a embuchamentos parciais, a falta de panículas disponíveis na moega e a troca de sacos na boca de descarga, sendo estes os motivos mais frequentes de redução da capacidade de trilha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores resultantes das mensurações e os calculados. Durante os trabalhos, ocorreram paradas indesejáveis ocasionadas pela obstrução da boca de descarga decorrente da excessiva taxa de alimentação, principalmente quando o sorgo tinha teores de umidade muito altos. Verificou-se também que o posicionamento da moega, em ângulo reto com a carcaça, implicava a retenção de panículas e a interrupção do fluxo de alimentação. Na trilha do último lote, cujo teor de umidade era o mais baixo, o posicionamento foi modificado, fixando-se a moega obliquamente. Obteve-se, assim, a produção de 128 kg/h (Tabela 1), bem superior às conseguidas anteriormente, com a moega na posição original, quando os grãos apresentavam maiores teores de umidade.

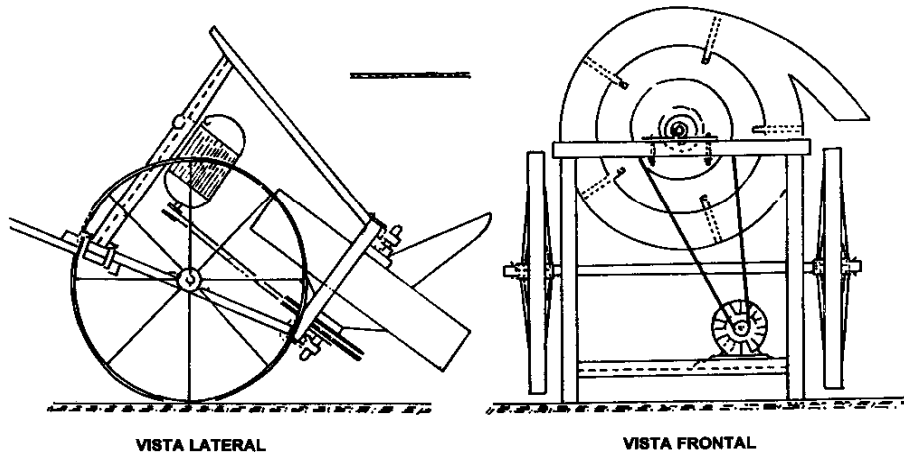


FIG. 2. Ilustração da montagem das rodas para deslocamento.

TABELA 1. Capacidade de trilha da máquina, estimada em função da massa de grãos de sorgo trilhados e do tempo de trilha, com diferentes teores de umidade.\*

Teor de umidade (% b.u.)	Velocidade periférica (m/s)	Massa de panículas (kg)	Massa de grãos (kg)	Tempo de trilha (min)	Capacidade da trilha (kg/h)
24	20,3	124	81	55	88
20	18,2	98	60	39	92
18	18,2	71	48	34	85
15	18,0	71	45	21	128*

\*A posição da moega foi modificada para a trilha do último lote.

O incremento obtido pode ser atribuído tanto à modificação do ângulo de posicionamento da moega como, também, ao baixo teor de umidade do último lote (15% b.u.), uma vez que, nos teores de umidade menores, a trilha se faz com maior facilidade (Kepner et al., 1972). Na trilha do sorgo com teor de umidade superior a 17%, o cilindro trilhador deve trabalhar a velocidades de 700 a 800 rpm (Mantovani et al., 1988), como ocorreu com a máquina em questão.

Observou-se, durante a operação, que considerável quantidade de grãos era projetada a longa distância da máquina, concorrendo, portanto, para o aumento das perdas. Essa deficiência poderá ser corrigida sem dificuldades.

## CONCLUSÕES

1. O projeto para a trilhadora de fluxo radial permitiu sua construção com material facilmente encontrado no comércio, podendo ser executado artesanalmente, em pequenas oficinas mecânicas.

2. A trilhadora de fluxo radial para sorgo, em sua versão atual, apresentou capacidade de trilha entre 85 e 128 kg por hora, para grãos com teores de umidade de 15 a 24% (base úmida), o que pode ser considerado um bom desempenho, compatível com seu porte.

3. A operação de trilha é simples, não exigindo regulagens. A manutenção se resume à lubrificação dos rolamentos e à eventual troca de correia.

## REFERÊNCIAS

- FRANÇA, J.G.E. de; MACIEL, G.A. Tecnologia da produção. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão. Curso de Extensão. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.33-43. (Documentos, 1).
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1986. v.47.

- KAHN, A.U. The Asian axial flow threshers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMALL FARM EQUIPMENT FOR DEVELOPING COUNTRIES: PAST EXPERIENCIES AND FUTURE PRIORITIES, 1985, Manila, The Philippines. **Proceedings...** Manila: IRRI, 1986. p.373-388.
- KEPNER, R.A.; BAINER, R.; BARGER, E.L. **Principles of farm machinery**. 2. ed. Westport, Connecticut: AVI, 1972. 486 p.
- LIMA, J.A.D. de. Comercialização agrícola - sorgo granífero. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO GRANÍFERO, 1980, Vitória de Santo Antão. **Curso de Extensão...** Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.109-119. (Documentos, 1).
- MANTOVANI, E.C.; COELHO, A.M.; ANDRADE, L.A.B. Colheita do sorgo granífero. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). **Recomendações Técnicas para Cultivo de Sorgo**. 32. ed. Sete Lagoas, 1988. p. 71-79 (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica , 1).