

IRRIGAÇÃO

EQUIPAMENTO DE DESLOCAMENTO LINEAR



Embrapa

CIRCULAR TÉCNICA Nº 36

ISSN 0102-0102

Outubro, 1998

IRRIGAÇÃO: EQUIPAMENTO DE DESLOCAMENTO LINEAR

Francisco Eduardo de Castro Rocha

Lucilene Maria de Andrade

Juscelino Antonio de Azevedo

Euzebio Medrado da Silva

Sergio Mauro Folle

Cláudio Alberto Bento Franz

Joel Manoel de Moraes



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Planaltina, DF

1998

Copyright © EMBRAPA - 1998

EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Cerrados

BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

73301-970 - Planaltina, DF

Telefone (061) 389-1171 - Fax. (061) 389-2953

Tiragem: 1000 exemplares

Editor: Comitê de Publicações

Eduardo Delgado Assad (Presidente), Maria Alice Bianchi, Daniel Pereira Guimarães, Leide Rovênia Miranda de Andrade, Marco Antonio de Souza, Carlos Roberto Spehar, José N. Sombra Oliveira e Nilda Maria da Cunha Sette (Secretária-Executiva).

Coordenação editorial: Nilda Maria da Cunha Sette

Revisão gramatical: Maria Helena Gonçalves Teixeira e

Nilda Maria da Cunha Sette

Normalização bibliográfica: Dauf Antunes Correia

Diagramação e arte final: Wellington Cavalcanti

Capa: Wellington Cavalcanti

Fotos: Welmiton Fábio Ribeiro e Francisco E. de Castro Rocha

Ilustrações: Chaile Cherne S. Evangelista e Francisco E. C. Rocha

Impressão e acabamento: Embrapa Serviço de Produção

ROCHA, F.E. de C.; ANDRADE, L.M.de; AZEVEDO, J.A. de; SILVA, E.M. da; FOLLE, S.M.; FRANZ, C.A.B.; MORAIS, J.M. de. **Irrigação: equipamento de deslocamento linear.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 28p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 36).

1. Equipamento de irrigação. 2. Irrigação - Método. I. ANDRADE, L.M. de. II. AZEVEDO, J.A. de. III. SILVA, E.M. da. IV. FOLLE, S.M. V. FRANZ, C.A.B VI. MORAIS, J.M. de VII. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, (Planaltina, DF). VIII. Título. IX. Série.

CDD 631.587

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO	8
2.1	MÓDULO I.....	8
2.2	MÓDULO II	16
3	TESTE DE DESEMPENHO	24
4	CONCLUSÕES	27
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

IRRIGAÇÃO: EQUIPAMENTO DE DESLOCAMENTO LINEAR

Francisco Eduardo de Castro Rocha¹
Lucilene Maria de Andrade¹
Juscelino Antonio de Azevedo¹
Euzebio Medrado da Silva¹
Sergio Mauro Folle¹
Cláudio Alberto Bento Franz¹
Joel Manoel de Morais²

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção agrícola no Brasil emprega diversas tecnologias de irrigação, imprescindíveis à produção de grãos, em determinadas regiões e épocas do ano. A área total irrigada no País é de aproximadamente 2 milhões e 500 mil hectares (Brasil, 1989).

Os equipamentos destinados à irrigação, disponíveis no mercado nacional, geralmente operam por meio de mecanismos apropriados para irrigação por aspersão, por sulcos ou por gotejo. Além disso, possuem características distintas, tais como: forma, tamanho e maneira de operar, fixa ou em movimento (linear ou circular).

Os equipamentos menores de deslocamento linear do tipo autopropelido são bem aceitos pelos pequenos produtores, em razão do seu baixo custo inicial e da

¹ Pesquisador, Embrapa Cerrados. Caixa Postal 08223. CEP 73301-970 - Planaltina, DF.

² Auxiliar de operações, Embrapa Cerrados. Caixa Postal 08223. CEP 73301-970 - Planaltina, DF.

capacidade de atender a demanda de irrigação das pequenas propriedades. Além de permitir o uso de motobombas menos potentes que as dos pivôs-centrais, facilitam a utilização de fontes alternativas de energia (Rosa *et al.*, 1988). Atualmente, novos equipamentos autopropelidos têm aparecido no mercado, como é o caso da Prayon – MR50/170, máquina de irrigação autopropulsora por aspersão, apresentada na Agrishow 98, que pode ser usada na fruticultura, horticultura e na agricultura.

Os sistemas de irrigação, além de serem importantes para atender a área de produção em regiões como a do Cerrado, onde o índice pluviométrico de abril a setembro é baixo, são também relevantes para o setor de pesquisa agrícola. Nesse caso, a precisão e a adaptabilidade do sistema são fatores preponderantes devido, principalmente, ao tamanho e ao grande número de parcelas experimentais a serem implantadas com tratamentos diferenciados.

A aplicação de produtos químicos via água de irrigação também tem sido empregada como uma das alternativas que o sistema oferece às áreas de produção e de pesquisa. Dowler (1984) cita as seguintes vantagens para essa combinação: redução do consumo de energia; de mão-de-obra; do número de equipamentos; de operadores e de riscos ambientais; além de permitir uma aplicação uniforme e oportuna de água e de alguns insumos. O autor observa ainda que com a construção de um equipamento simulador por aspersão, diversos tratamentos com herbicidas, pós-emergentes, foram registrados para várias culturas, inclusive hortaliças.

A aspersão tem sido um dos métodos mais utilizados nos últimos tempos, em razão da boa distribuição de água, do fácil controle do volume de água e da grande versatilidade de seu emprego nas mais diversas topografias e tipos de solo.

Os fatores que devem ser verificados na escolha de equipamentos de irrigação de deslocamento linear, pivô-central ou autopropelidos são: lâmina de água a ser aplicada, uniformidade com que essa lâmina é aplicada, eficiência de aplicação, velocidade de deslocamento, raio de alcance do aspersor, adaptabilidade do equipamento às condições de trabalho. A altura da lâmina d'água depende da vazão dos aspersores e da velocidade de deslocamento do equipamento. O vento pode influenciar no raio de alcance e conseqüentemente na distribuição e na altura de lâmina aplicada. As faixas irrigadas devem corresponder a 80% do diâmetro molhado do aspersor, decrescendo até 50% em condições severas de vento, e a direção de deslocamento do equipamento deve ser perpendicular ao sentido dos ventos (Hanson & Wallender, 1986 e Hills *et al.*, 1988).

Segundo Silva & Marouelli (1994), em irrigação por aspersão, espera-se normalmente coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) acima de 80%. Valores abaixo desse percentual são geralmente resultantes de condições desfavoráveis de vento, de operação de um projeto de engenharia mal dimensionado ou ainda, combinação desses fatores. Para pivô-central e sistemas lineares, o ideal é que valores de CUC situem-se próximos ou acima de 80%.

O presente trabalho apresenta um equipamento de irrigação desenvolvido para atender tanto a área de pesquisa como as pequenas áreas de produção. Este equipamento opera por aspersão, com um processo móvel de movimentação linear e permite aplicar produtos químicos via água de irrigação. A barra móvel de aplicação de água (módulo I) pode deslocar-se às velocidades de 30, 60 e 90 m/h e é puxada por meio de um cabo de aço, acionado por motor elétrico, fixado em uma estrutura à parte (módulo II).

2. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

Um equipamento de irrigação de deslocamento linear para uso em parcelas experimentais ou em pequenas áreas de produção foi projetado e construído na Embrapa Cerrados, sendo composto basicamente de dois módulos.

Esse equipamento funciona com um conjunto motobomba elétrico de 3,7 kW (5 cv), vazão de 10,8 m³/h (3 l/s), pressão de 490,3 kPa (50 m.c.a.), com base fixa de ferro sobre rodas, com puxador manual e acoplamento de luva elástica para retirar água de um canal de irrigação próximo à área de trabalho e bombeá-la, por meio de uma mangueira de borracha, até o módulo I, onde a água é distribuída sobre a área a ser irrigada, por 12 aspersores espaçados uniformemente ao longo de dois tubos de alumínio. Para manter uniforme a lâmina de água aplicada, construiu-se o módulo II com o objetivo de deslocar o módulo I a uma velocidade constante, do início ao final da área de aplicação (Figura 1).

2.1 - MÓDULO I

O módulo I (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6) é responsável pela aplicação de água na área cultivada e pesa aproximadamente 127 kg, excluindo o peso da mangueira vazia e suas conexões que pesam 42 kg. Para facilitar a descrição desse módulo, consideraram-se, separadamente, duas partes: a inferior e a superior.

A inferior é composta por um chassis (A), construído em cantoneira de 40 x 40 x 4,7 mm. Na parte posterior encontram-se, em ambos os lados, dois suportes (B) com

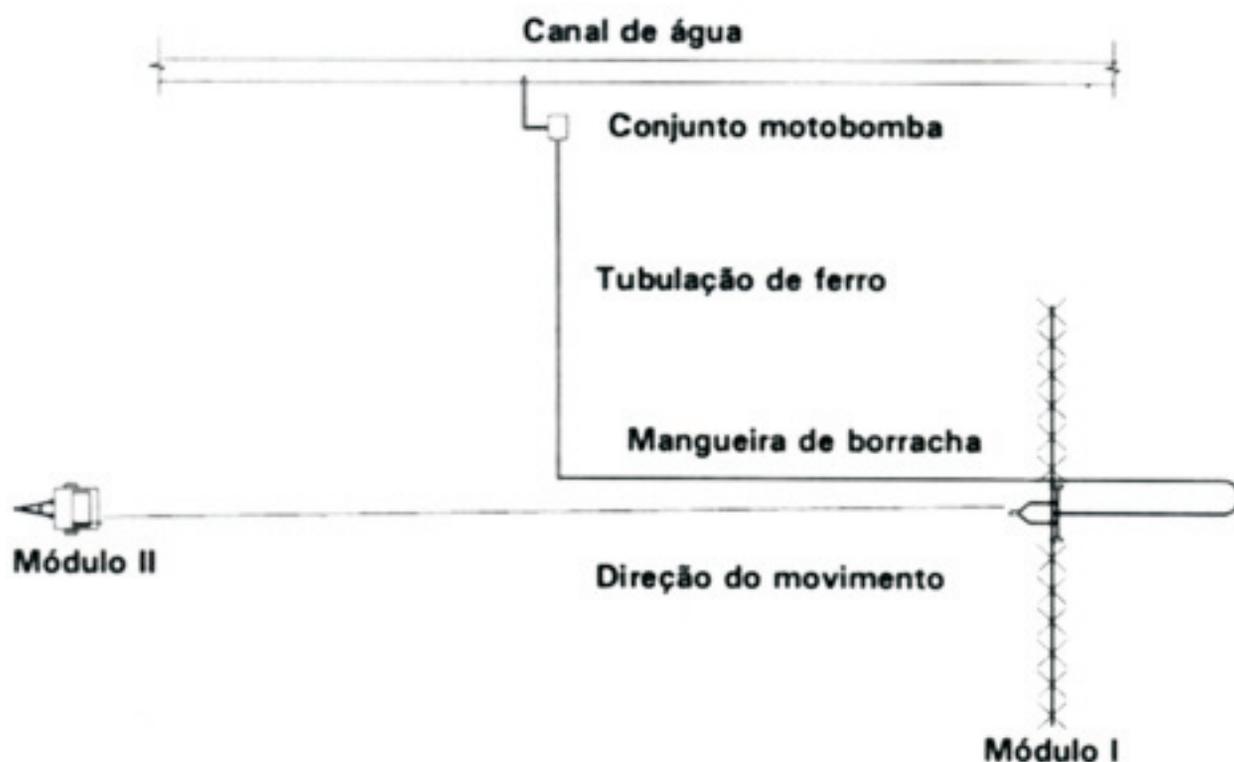


FIG. 1. Esquema de funcionamento do equipamento de irrigação de deslocamento linear para parcela experimental.

parafusos apropriados para a regulação da bitola do equipamento, dois pneumáticos (C), uma conexão (G) para a fixação da mangueira de borracha (H), marca Parshal 923E, de 1,27 mm de diâmetro e 80 m de comprimento, e um tubo vertical (I) de comprimento variável e adaptável às culturas de porte baixo e alto (Figura 6). A parte anterior do chassis é o lugar em que se conecta um cabo de aço (T) e também, onde se localiza o terceiro ponto de apoio (D), de 165 mm de largura e 300 mm de comprimento, o qual trabalha encaixado em um sulco (Q), previamente preparado no terreno,

longitudinalmente entre as parcelas experimentais ou entre as áreas onde se deseja irrigar. Esse sulco, deverá ser construído na largura deste terceiro ponto e serve para manter constante o alinhamento do módulo I (Figura 5). Além disso, essa parte possui uma alça para arraste (E), e sobre o chassis é colocado um contrapeso (F) de 38 kg, apropriado para evitar que a frente desse módulo se levante em relação ao solo no momento em que estiver se deslocando.

A parte superior (Figuras 2 e 4) é composta por uma estrutura tipo guarda-chuva formada por cinco tubos de ferro galvanizado de 38 mm de diâmetro interno e um metro de comprimento, sendo um vertical (I) conectado com um manômetro (K) e quatro horizontais (J, L), e também pelos cabos de aço (P) que servem para dar sustentação aos tubos (L), os quais atuam como barras de aplicação. Os tubos (L) são prolongados por tubos de alumínio de mesmo diâmetro e 6 m de comprimento, e em suas extremidades, encontram-se curvas de 90° (O) para facilitar a decantação de detritos que por ventura estejam contidos no fluxo de água. Na união entre os tubos de ferro galvanizados e os de alumínio encontram-se os registros de esfera VS bitola de 50 mm (M), utilizados para conectar os dois tubos e bloquear ou liberar a água para as respectivas barras de aplicações. Em cada tubo de alumínio são fixados seis aspersores (N), tipo "spray" e espaçados de um metro.

O percurso máximo desse módulo é de 160 m de comprimento, equivalente a duas vezes o comprimento da mangueira de borracha que alimenta com água essa parte do equipamento de irrigação.

Foram utilizados aspersores com bocais marca Super Spray Senninger n° 13, placa difusora do tipo estriada pequena com pressão média de serviço de 0,015 kPa.

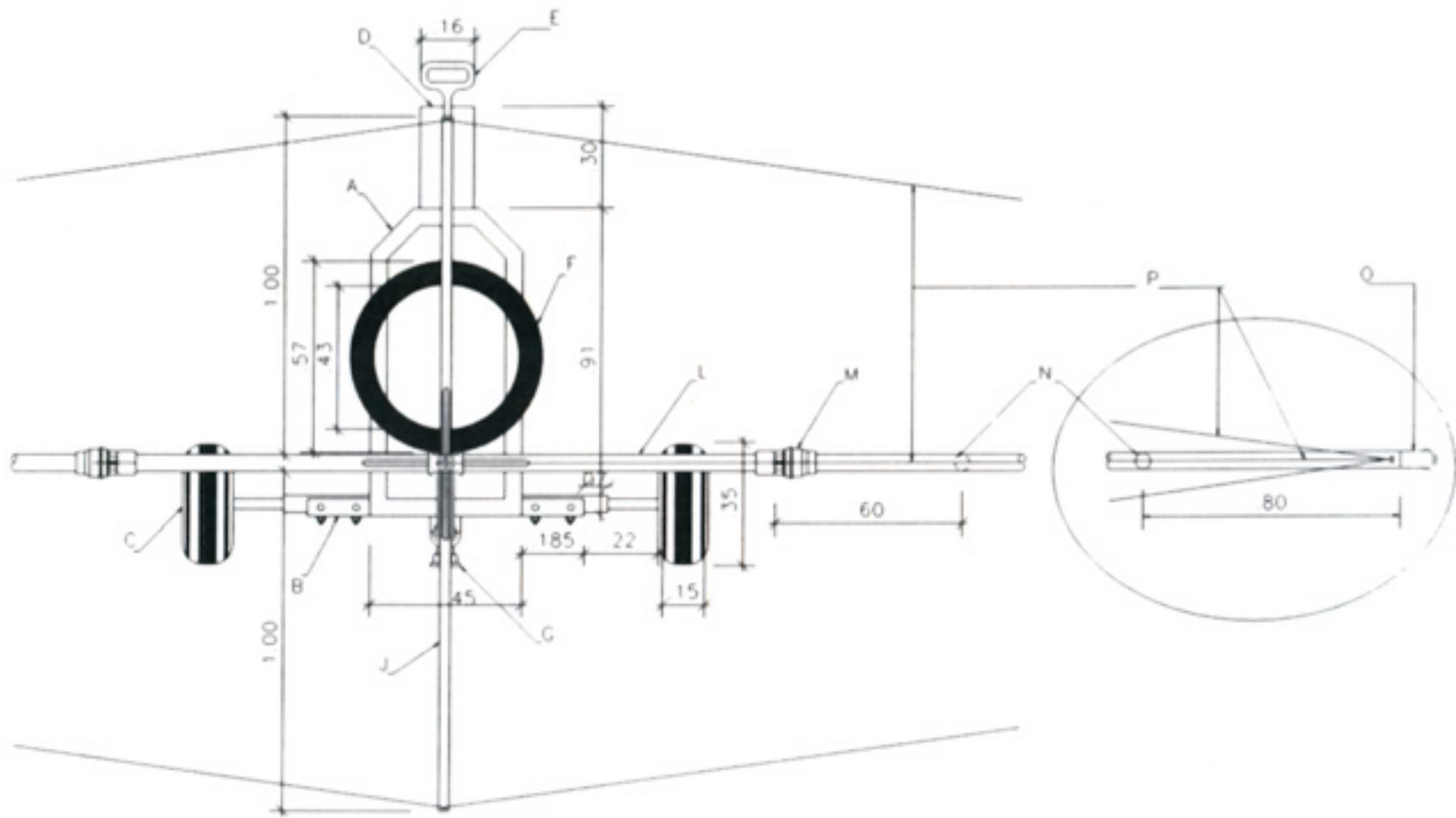


FIG. 2. Vista esquemática superior do equipamento de irrigação (módulo I), com detalhe da extremidade do tubo (L) circunscrito pela elipse.

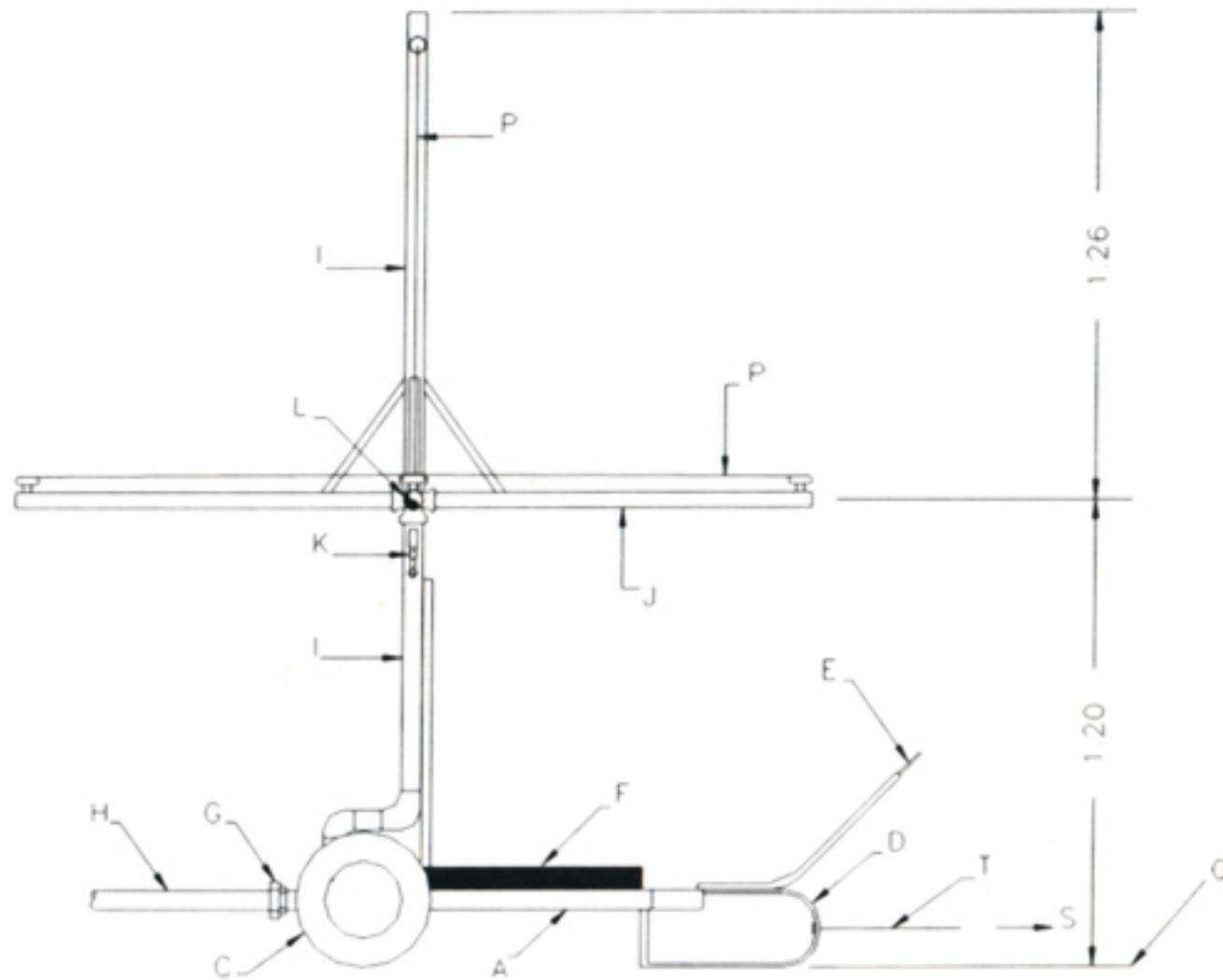


FIG. 3. Vista esquemática da lateral direita do equipamento de irrigação (módulo I).



FIG. 4. Vista do módulo I em operação e dos cabos de sustentação das barras de aplicação.



FIG. 5. Vista do terceiro ponto de apoio deslocando-se dentro do sulco.



FIG. 6. Vistas do equipamento de irrigação, onde o módulo I está operando com altura máxima da barra de aplicação, em cultura de milho, e com altura mínima, em cultura de amendoim.

2.2 - MÓDULO II

O módulo II (Figuras 7, 8 e 9) é a fonte de tração do módulo I. É constituído por um chassis (A), montado com cantoneira de 40 x 40 x 4,7mm, uma chapa de ferro nº 13, de 1,05 x 1,15 m, onde são fixados todos os elementos responsáveis pelo sistema de transmissão de velocidade. Além disso, esse módulo contém dois pneumáticos (B) e um cambão (C), o qual serve para acoplá-lo à barra de tração de um trator para transporte ou fixá-lo ao solo no momento de trabalho.

O sistema de transmissão de velocidade do módulo II é formado por um motor (D) trifásico, 4 polos, de 0,736 kW (1 cv) e 1720 rpm fixado em uma das extremidades do chassis (A), uma polia (E) de canal duplo tipo A, de 45 mm de diâmetro conectada a outra (F) com as mesmas características, mas 180 mm de diâmetro, que é fixada no eixo de entrada de um mecanismo redutor de velocidade (G) que possibilita a redução de 48 para uma volta. No eixo de saída desse mecanismo, encontra-se fixada uma engrenagem (H) de 12 dentes, que aciona, por meio de uma corrente asa 40, outra (I) de 54 dentes, que é fixada; ao mesmo eixo com outras três (J, K, L), as quais apresentam os seguintes números de dentes: 26, 16 e 12 respectivamente. Essas três últimas engrenagens trabalham conectadas, uma de cada vez, com outras três (M, N, O) de 18, 16 e 24 dentes respectivamente, de forma possibilitar a geração de três velocidades diferentes. A troca do par de engrenagens é feita, soltando o esticador de corrente (P) e conectando o par de engrenagens desejado. Na extremidade oposta do eixo dessas três últimas engrenagens é fixada uma engrenagem (Q) de 19 dentes, que por sua vez aciona outra (R) fixada ao eixo do cilindro

(S), medindo 500 mm de diâmetro e 720 mm de comprimento com a função de enrolar o cabo de aço (T) de 160 m de comprimento e 4,7 mm de diâmetro, que por sua vez passa por um mecanismo guia-fio (U) que controla a uniformidade de distribuição do cabo sobre a superfície do referido cilindro, ou seja o cabo é enrolado de tal forma que cada volta (espira) fique encostada uma na outra para evitar a superposição e conseqüentemente a alteração da velocidade de acionamento do módulo I.

O guia-fio (U) é constituído por um conjunto de duas roldanas, com bordas em formato de U, montadas horizontalmente, sendo que uma das extremidades de suas bordas se tocam com o objetivo de formar pequena cavidade para a passagem do cabo de aço, que se encaixa logo a seguir em uma roldana vertical, dentro de uma ranhura central de tamanho compatível com a largura do cabo. A roldana vertical é pressionada contra a superfície do cilindro, por meio de mola de pressão, e conseqüentemente gira com o cilindro. Na parte debaixo desta roldana, encontra-se uma pequena roda de apoio que serve para facilitar o movimento desse mecanismo. As duas roldanas horizontais são fixadas sobre uma chapa de ferro que é soldada à pequena barra de metalon, a qual se encaixa entre duas barras de metalon de 1,05 m de comprimento cada, servindo para delinear o movimento do guia-fio, ou seja para a direita ou para a esquerda. Essa barra é conectada a uma mola de pressão usada para puxar o cabo de aço em direção contrária ao enchimento do cilindro (Figuras 7, 8, 9 e 10).

Além dos elementos citados, o módulo II contém, ainda, um sistema de embreagem (V), que é fixado no mancal (W). Esse sistema serve para liberar ou conectar o cilindro à engrenagem (R). Essa conexão é feita por meio de dois pinos

soldados na superfície interna dessa engrenagem e dois furos, compatíveis ao diâmetro desses pinos, feitos na lateral do cilindro. Dessa forma o cilindro pode girar livremente, sem a ação do sistema de transmissão de velocidade e facilitar o manuseio do cabo de aço (Figuras 8, 9, 10 e 11).

Assim sendo, o cilindro e o guia-fio foram projetados e construídos com tamanhos e funções que evitassem superposição do cabo de aço ao ser enrolado. Dessa maneira, o diâmetro da bobina, formado pelo cilindro e uma camada de cabo de aço, é mantido inalterado durante o período de execução do trabalho e conseqüentemente a velocidade de deslocamento do módulo I não se altera.

O módulo II possui também uma chave contactora 5 A com relé de proteção e botoeira (X), um suporte (Y) para enrolar o cabo sintenax 3 x 2,5 mm de 100 m de comprimento (Figura 7) e um par de tubos (Z) para apoiar e manter o equipamento em posição horizontal, quando estacionado.



FIG. 7. Vista lateral esquerda do módulo II, destacando-se ao fundo a chave contactora e o cabo sintenax enrolado em um suporte.

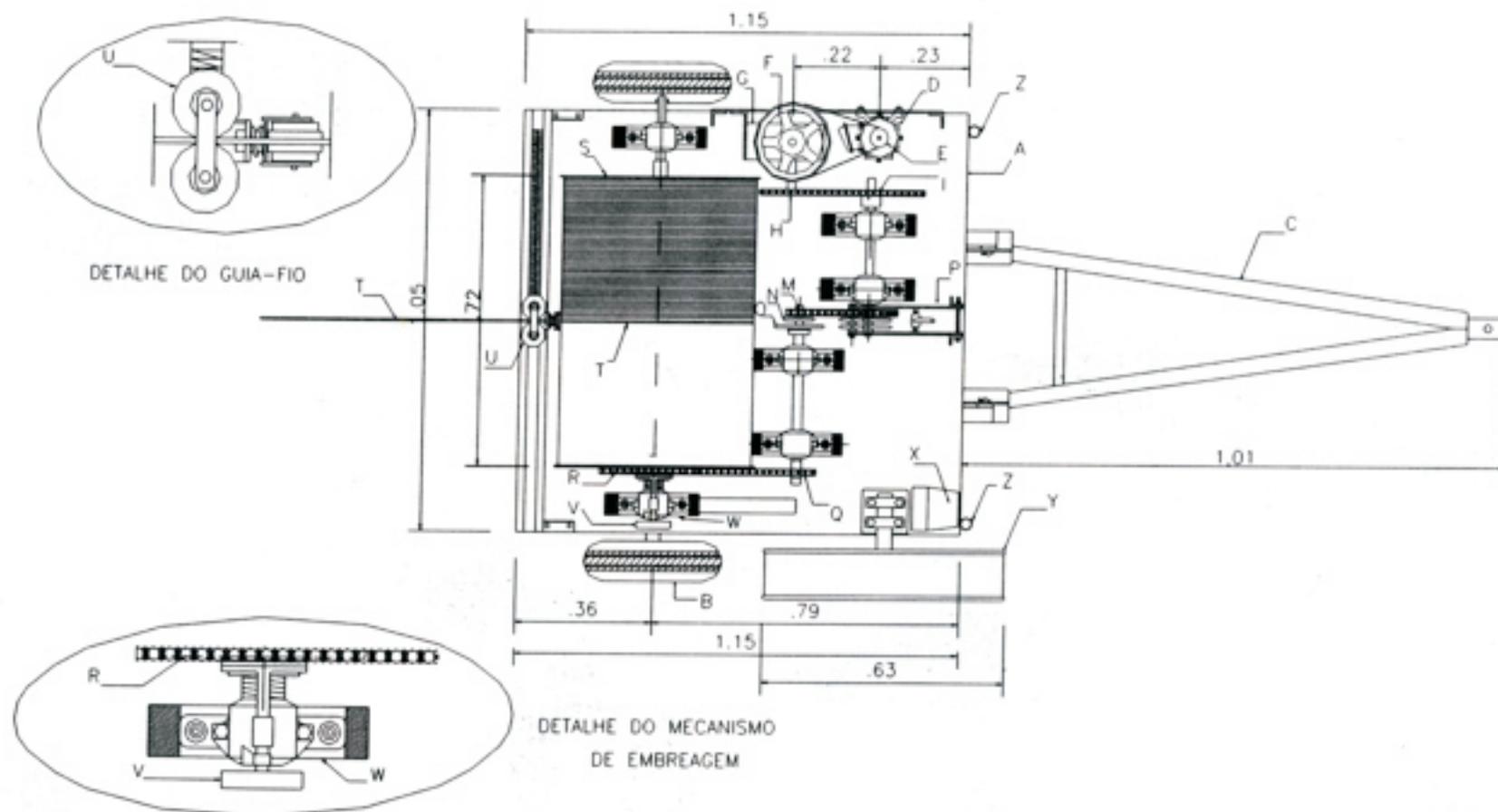


FIG. 8. Vista esquemática superior do equipamento de irrigação, destacando-se os detalhes dos mecanismos guia-fio e de embreagem.

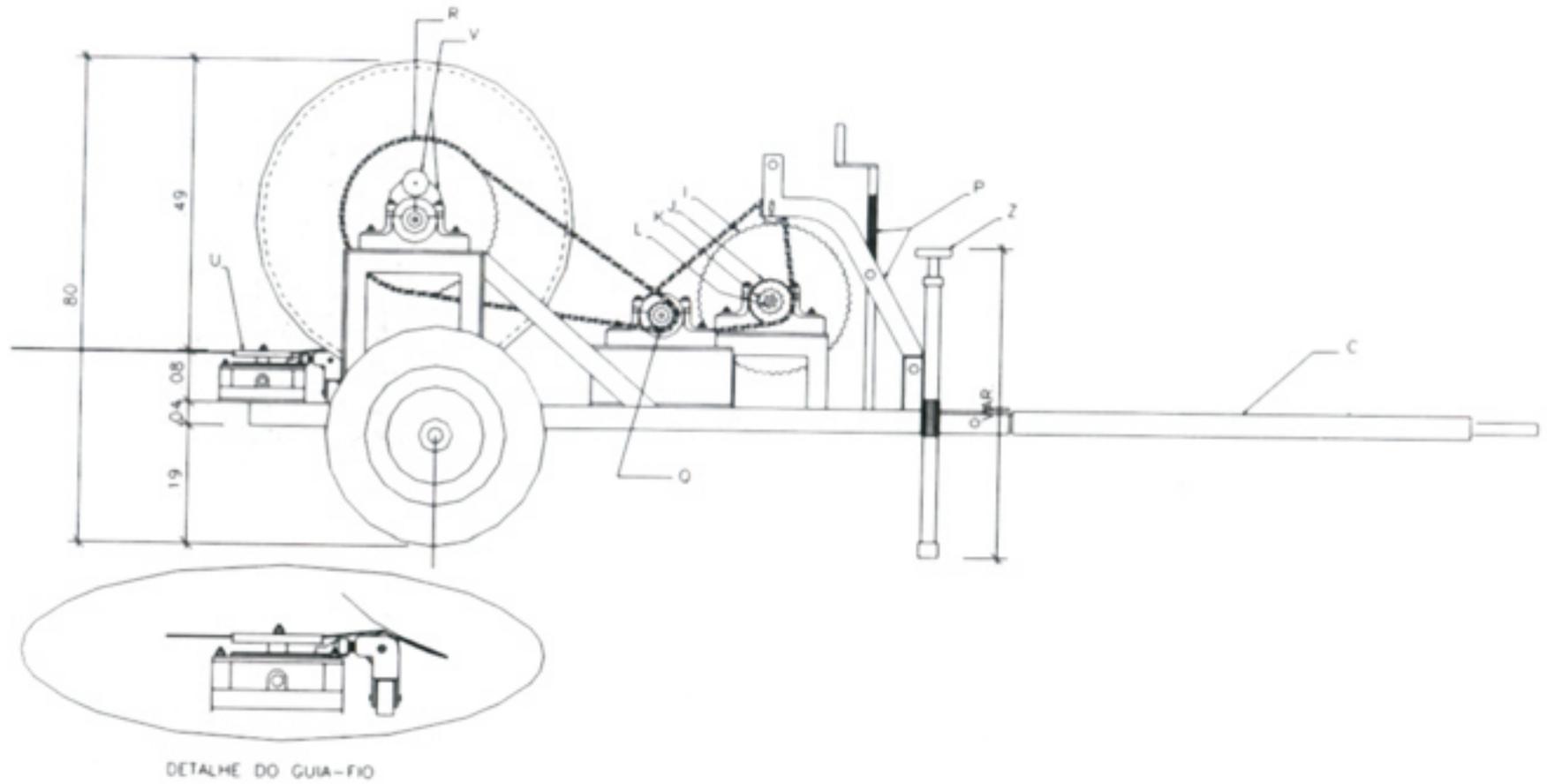


FIG. 9. Vista esquemática da lateral direita do equipamento de irrigação (módulo II), destacando-se um detalhe do mecanismo guia-fio

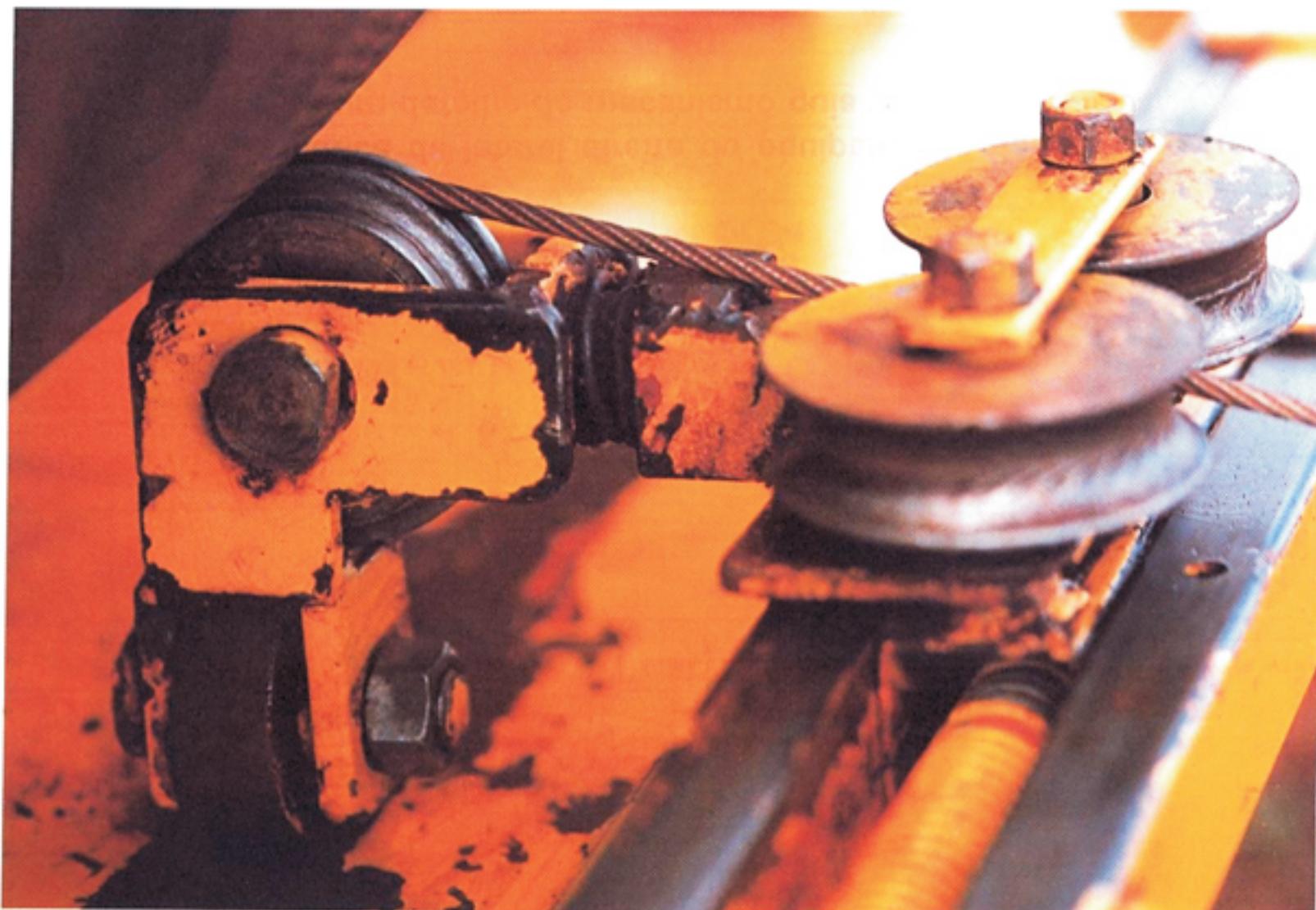


FIG. 10. Vista do mecanismo guia-fio em operação, módulo II.

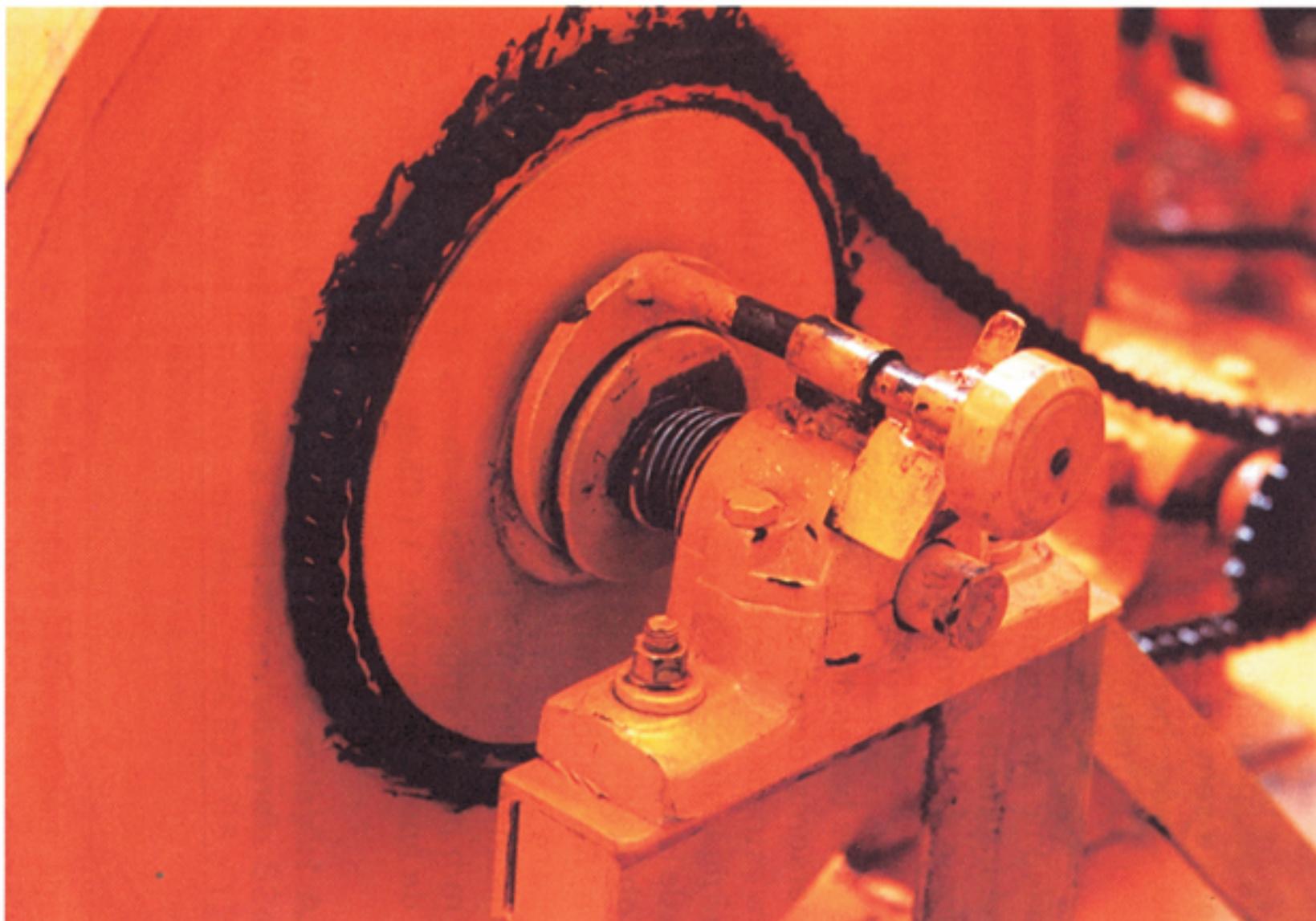


FIG. 11. Vista do mecanismo de embreagem, módulo II.

3. TESTE DE DESEMPENHO

Este equipamento de irrigação foi testado por três vezes com água e sem água, em uma área de Latossolo Vermelho-Amarelo, coberta por vegetação rasteira e com declividade de 2,9%, no sentido transversal ao deslocamento do equipamento. Foram avaliados os seguintes parâmetros: velocidade de deslocamento do módulo I, força máxima para tracioná-lo (média dos valores máximos), vazão de cada aspersor e a uniformidade de distribuição de água, pelo coeficiente de uniformidade de Christiansen (Tabelas 1 e 2).

As duas barras de aplicação do módulo I, montadas com 12 aspersores com bocal marca Senninger, nº 13, placa difusora estriada com espaço de um metro entre um e o outro, podem irrigar até duas faixas médias de 160 m de comprimento e 12 m de largura (3.840 m²) por dia, considerando a velocidade média obtida de 30 m/h e o tempo de aplicação em torno de 10,52 h. Na velocidade média obtida de 60,84 m/h, podem irrigar até quatro faixas (7.680 m²) no tempo de aproximadamente 10,52 h. Na velocidade média obtida de 86,86 m/h podem irrigar até seis faixas (11.520 m²) em um tempo de aproximadamente 11,05 h.

TABELA 1. Valores médios da velocidade de deslocamento e força de tração para a condição sem água.

Velocidade teórica (m/h)	Tipo de aspersor	Velocidade média obtida (m/h)	Força média de tração máxima (N)	Lâmina média de água (mm)	CUC (%)
30	-	30,49	643,56	-	-
60	-	60,83	640,70	-	-
90	-	87,86	628,44	-	-

TABELA 2. Valores médios de velocidade de deslocamento, força de tração, lâmina média de água e coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC).

Velocidade teórica (m/h)	Tipo de aspersor	Velocidade média obtida (m/h)	Força média de tração máxima (N)	Lâmina média de água (mm)	CUC (%)
30	A	30,42	918,56	32	80,7
60	A	60,83	894,45	15	80,2
90	A	86,86	924,68	11	81,8

A - aspersores com bocal marca Senninger, nº 13, com placa difusora estriada e espaçados de um metro um do outro.

$$CUC = 100 \left[1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right) \right]$$

CUC = Coeficiente de uniformidade de Christiansen;

\bar{X} = precipitação média geral (mm);

X_i = precipitação obtida no pluviômetro de ordem *i* (mm);

$|X_i - \bar{X}|$ = valor absoluto dos desvios (mm);

n = número de observações.

Os valores para demanda de força de tração máxima, considerando as três velocidades, variaram de 524,66 a 710,98 N para a condição sem água, e de 524,66 a 1279,77 N para a condição com água. Apesar de a resistência superficial do solo à penetração ter diminuído quando aplicou-se água, não foi suficiente para reduzir a demanda de força média que foi de 912,56 N para a condição com água e de 637,57 N, para a sem água. Nesse caso, o peso da água constituiu fator decisivo nessa diferença significativa das duas

condições de teste, ou seja, o aumento da demanda de força ocorreu à medida que o módulo I deslocou-se na linha de aplicação, e deveu-se principalmente ao aumento gradual da massa de mangueira mobilizada, quando introduziu-se água no sistema.

As velocidades de deslocamento do módulo I, reguladas a partir de um jogo de engrenagens do módulo II (Figura 8), não diferenciaram significativamente das velocidades de 30, 60 e 90 m/h, independente da condição de trabalho (com água ou sem ela). Os valores das três velocidades medidos no campo variaram de 30,3 a 30,6; 60,5 a 61,4 e de 85,9 a 88,5 m/h.

Os aspersores trabalharam com a pressão de serviço de 0,015 KPa e apresentaram vazão média de 0,4 l/s em cada bico, e lâminas d'água de 32; 15 e 11 mm, respectivamente, às velocidades de deslocamento de 30; 60 e 90 m/h e o coeficiente de uniformidade de Christiansen maior que 80%, desempenho considerado adequado conforme comentários citados por Silva & Marouelli (1994).

Foram testados diversos emissores de água os quais apresentaram diâmetros molhados, entre 5 e 10 m. Dentre esses emissores, utilizou-se o bocal marca Senninger, N.º 13, como exemplo, o qual apresentou um diâmetro molhado de 7,15 m por aspersor. É importante esclarecer que no caso de parcela experimental, um elevado raio de alcance implica a necessidade de grande espaço entre parcelas na linha o que é indesejável tanto operacionalmente (maior tempo de irrigação) quanto maior disponibilidade de área experimental.

Os testes foram iniciados com o módulo I deslizando-se em uma faixa de solo livre de vegetação, no entanto observou-se que em razão da declividade do terreno, esse módulo movia-se não somente em direção ao módulo II,

mas também no sentido da declividade. Para evitar esse problema foi feito um sulco, com a superfície ligeiramente compactada e largura compatível com o terceiro ponto de apoio desse módulo, ao longo da linha predeterminada para o seu deslocamento, e o equipamento passou a trabalhar com precisão em relação à área de cultivo.

4. CONCLUSÕES

- A demanda de força de tração aumenta gradativamente à medida que o módulo I aproxima-se do módulo II, independente se o sistema trabalha com água ou sem ela.
- A demanda de força de tração aumenta de forma mais acentuada quando o sistema trabalha com água.
- As velocidades obtidas no campo não apresentam variações significativas em relação às velocidades reguladas de 30, 60 e 90 m/h, independente se o sistema trabalhou com água ou sem ela.
- O módulo I deve deslizar-se em um sulco ligeiramente compactado para que a aplicação de água na área de cultivo seja feita com precisão.
- O equipamento de irrigação apresenta coeficiente de uniformidade de Christiansen maior que 80%, tido como percentual adequado ao funcionamento.
- O equipamento é de fácil construção e manejo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Projeto Nacional de Irrigação. **Relatório de realizações de 1986 a 1988**. Brasília: PRONI, 1989. p.95.
- DOWLER, C. C. Applying herbicides postemergence through irrigation. **Crops and Soil Magazine**, Tifton, v.36, n.8, p.14-17, June/July, 1984.
- HANSON, B.R.; WALLENDER, W.W. Bidirectional uniformity of water applied by continuous-move sprinkler machines. **Transactions of the ASAE**, Davis, v.29, n.4, p.1047-1053, 1986.
- HILLS, D.J.; GU, Y.; RUMSEY, J.W.; WALLENDER, W.W. Lateral move water application uniformity relative to machine speed. **Transactions of the ASAE**, Davis, v.31, n.2, p.527-530, 1988.
- ROSA, J.A ; BERNARDO, S.; LOUREIRO, B.T.; DENÍCULI, W. Avaliação do sistema de irrigação microautopropelido em diferentes condições de operações. **Revista Ceres**, Viçosa, v.35, n.202, p.217-235, 1988.
- SILVA, W.L.; MAROUELLI, W.A. Simulador de irrigação autopropelido com movimento linear. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.59-61, 1994.