

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE SEMEADORA DE FLUIDO-SEMENTE¹

FRANCISCO EDUARDO DE CASTRO ROCHA², JOSÉ MÁRCIO DA CRUZ³,
PETER JOHN MARTYN⁴ e VICENTE WAGNER DIAS CASALI⁵

RESUMO - Foi desenvolvido um protótipo de semeadora, apropriado para semeadura de sementes pequenas (de 1 a 5 mm diâmetro) e que utiliza um fluido não-newtoniano (pastoso) como veículo condutor de sementes e como fonte inicial de umidade. Sementes de alface, cebola e mostarda foram misturadas ao fluido em diferentes níveis de concentrações para posterior avaliação do espaçamento entre sementes. O equipamento permitiu diferentes distribuições de sementes, podendo atender às necessidades de plantio de cada cultura.

Termos para indexação: mecanização, alface, cebola, mostarda.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A FLUID DRILL PROTOTYPE

ABSTRACT - A drill prototype, for sowing small seeds (1 to 5 mm in diameter) using a non-Newtonian fluid as a seed carrying medium and also as an initial source of moisture has been developed. In evaluating the performance of the machine, seeds of lettuce, onion and mustard were mixed with the fluid at different concentrations. The equipment has allowed different seed distributions, achieving crop sowing requirements.

Index terms: mechanization, sowing, lettuce, onion, mustard.

INTRODUÇÃO

O sistema de produção de hortaliças no Brasil caracteriza-se pelo uso intensivo de mão-de-obra e pela exploração de pequenas áreas. O custo e a dificuldade de obtenção de mão-de-obra especializada, bem como a inexistência de máquinas e equipamentos para hortaliças, principalmente aquelas destinadas ao plantio e colheita, são alguns dos fatores que têm limitado o desenvolvimento da olericultura.

Em determinadas regiões do país, como a Sudeste, importante centro produtor e consumidor de hortaliças, pode-se verificar o incremento anual da área de produção. Pelo censo agropecuário de 1980 (Fundação IBGE 1983, 1984a, b, c, d), verifica-se que a produção de hortaliças dessa região foi de 2.518.644 t, em uma área de 225.533 ha. Ainda,

verifica-se pelo censo que nesse período foram utilizadas apenas 603 máquinas para o plantio, o que demonstra a carência de equipamentos no setor hortícola, em consequência, principalmente, da grande deficiência de tecnologia na área de mecanização, o que tem forçado a importação de máquinas, as quais nem sempre funcionam a contento nas nossas condições (Filgueira 1972).

A semeadura é uma etapa relevante dentro do sistema de produção de hortaliças, uma vez que está diretamente ligada ao estabelecimento do stand e, conseqüentemente, poderá comprometer seriamente a produtividade.

Poucos são os equipamentos encontrados no comércio capazes de semear satisfatoriamente, reduzindo práticas como transplantio e desbaste. Essa dificuldade decorre do tamanho, geralmente pequeno, e da forma irregular de grande parte das sementes de hortaliças (Harriot 1970).

Diversas técnicas e máquinas têm sido desenvolvidas visando melhorar a eficiência de semeadura e reduzir os custos de produção. Recentemente iniciou-se o desenvolvimento de semeadoras que utilizam fluidos não-newtonianos (pastosos) como veículo condutor de sementes e como fonte inicial de umidade. Esses fluidos podem ser preparados a partir de produtos à base de amido, celulose, resina sintética e outros.

¹ Aceito para publicação em 20 de agosto de 1986. Trabalho baseado na Tese de Mestrado do primeiro autor, Universidade Federal de Viçosa, 1985.

² Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPq), Caixa Postal 07.0218, CEP 70000 Brasília, DF.

³ Eng.-Agr., Prof.-Adj., Dep. de Eng. Agríc. Univ. Fed. de Viçosa, CEP 36570 Viçosa, MG.

⁴ Eng.-Agr., Prof.-Adj., Dep. de Eng. Agríc., Univ. Fed. de Viçosa, Viçosa, MG.

⁵ Eng.-Agr., Prof.-Tit., Dep. de Fitot., Univ. Fed. de Viçosa, Viçosa, MG.

Torna-se necessário que o fluido tenha viscosidade de aproximadamente $\mu = 0,04 \text{ Nm}^{-2} \text{ s}$ (Ward 1981), para se conseguir maior uniformidade na dispersão das sementes, mantê-las em suspensão e evitar injúrias mecânicas durante a operação de mistura (fluido e semente) e de semeadura (Finch-Savage 1984, (Ghate et al. 1981). De modo geral estas semeadoras trabalham com dispositivos mecânicos geradores de pressão, ar comprimido, ou bombas que possuem movimentos do tipo peristáltico, capazes de fazer a distribuição da mistura fluido-semente (Hiron et al. 1978, Shaw et al. 1981). Esse tipo de equipamento é mais indicado para se trabalhar com sementes pequenas e de forma irregular, pré-germinada ou não e com a mistura fluido-semente enriquecida com micro-nutrientes e fungicidas (Ghate et al. 1981).

O esquema do protótipo, projetado e montado no Laboratório do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, é apresentado nas Figs. 1, 2, 3 e 4 e nas Figs. 5, 6, 7 e 8 constam detalhes de preparo e de operação do equipamento.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar um protótipo de semeadora de fluido-semente de hortaliças.

MATERIAL E MÉTODOS

Dimensionamento e montagem do protótipo

O protótipo apresenta as seguintes dimensões: 1.730 mm de comprimento, 1.220 mm de altura máxima, 620 mm de largura máxima e pesa 27,5 kg com o tanque vazio e foi montado da seguinte maneira:

Rodas (Fig. 1 e 5) – Foram utilizadas duas rodas de bicicleta, pneus 660,4 x 38.1 x 50,8 mm (26" x 1 1/2" x 2") sendo a roda traseira a acionadora do sistema de extrusão. Optou-se por essas rodas por serem leves e facilmente encontradas no comércio.

Chassi (Fig. 3 e 4) – Foi projetado e construído com canos galvanizados de 19 mm (3/4"), para suportar os esforços exigidos pelo peso do tanque com a mistura e para dispor adequadamente os componentes mecânicos do equipamento.

Reservatório (Fig. 1 e 5) – Foi construído com tubo PVC de 200 mm de diâmetro, 270 mm de altura e com o fundo cônico, montado em chapa galvanizada nº 24 com capacidade para dez litros e distribui aproximadamente 67 ml de fluido por metro.

O reservatório é fixado em sua posição de trabalho, por meio de dois suportes semi-anelares, um fixo e outro móvel (S), montados em ferro chato de 25 x 4 mm, para permitir a retirada do reservatório em operações de abastecimento e limpeza.

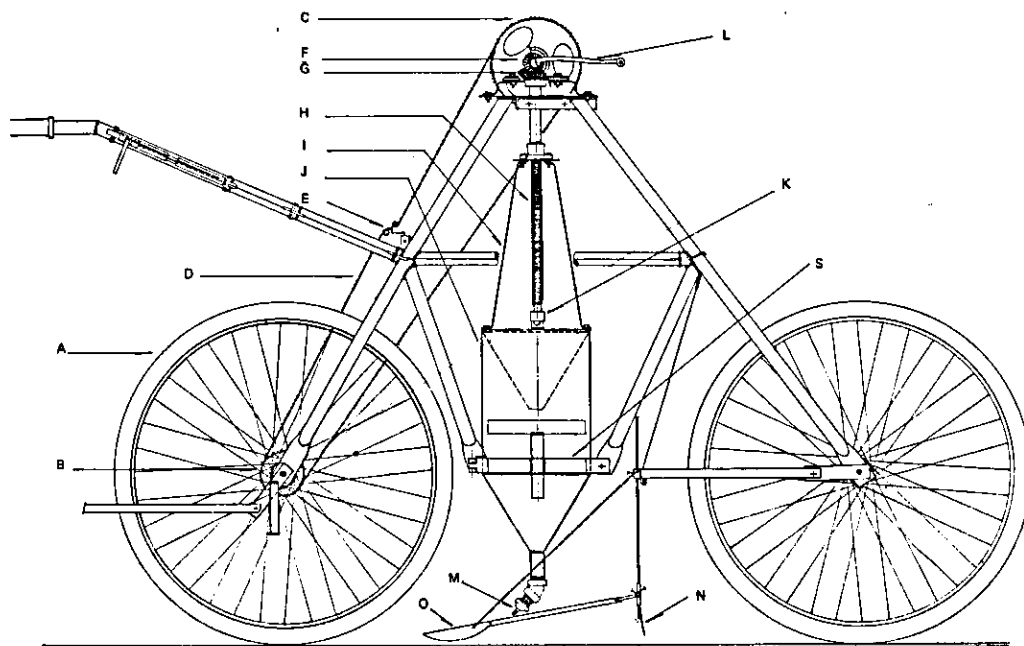


FIG. 1. Vista lateral da semeadora de fluido-semente (legenda, vide Fig. 2).

- | | | |
|---|-----------------------------------|---|
| A - Roda de bicicleta | G - Coroa do eixo vertical | N - Sulcador |
| B - Roda dentada (catraca de bicicleta) | H - Parafuso | O - Dispositivo de fechamento do sulco |
| C - Roda dentada (coroa de bicicleta) | I - Êmbolo | P - Alavanca manual |
| D - Corrente de roletes | J - Tanque | Q - Rabieça |
| E - Esticadores | K - Dispositivo de pressão (mola) | R - Cabo de aço |
| F - Pinhão do eixo horizontal | L - Manivela | S - Suporte semi-anelar do reservatório |
| | M - Bico extrusor | |

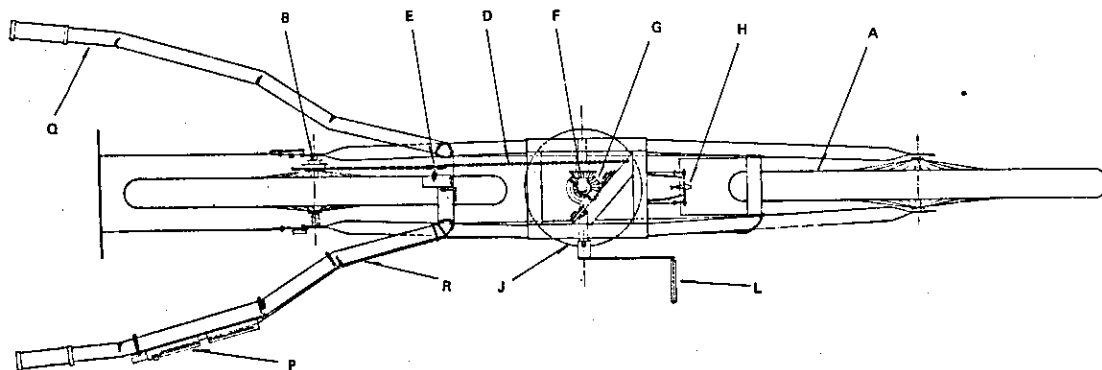


FIG. 2. Vista superior da semeadora de fluido-semente.

Sistema de transmissão e mecanismo de extrusão da mistura (Fig. 1 e 5) – São formados pelos seguintes componentes: catraca de bicicleta de 22 dentes, correntes de roletes, roda dentada de 46 dentes, engrenagem de eixo horizontal de onze dentes, engrenagem de eixo vertical de 16 dentes (peças de diferencial de Opala, satélite e planetária), parafuso com rosca de perfil quadrado, de uma entrada e passo de 5 mm (peça de torno de bancada) e um êmbolo (I) formado de três partes: parte superior, porca com dimensões compatíveis às dimensões e perfil do parafuso. A parte mediana, elemento de ligação entre as partes superior e inferior, é constituída por quatro suportes de ferro chato de 310 x 35 x 4 mm, aos quais é fixado um disco de chapa de ferro preta nº 18, com 180 mm de diâmetro. A parte inferior é uma peça feita com chapa galvanizada nº 24, com formato tronco-cônico. A base maior da peça fica voltada para cima e é fechada por um disco de chapa de ferro preta, também nº 18 e 180 mm de diâmetro. Na junção entre a parte mediana e inferior do êmbolo existe um retentor para evitar o extravazamento da mistura. As relações de transmissão entre a roda motora e o êmbolo permitem uma redução de velocidade de 1:0,33.

Bico extrusor (Fig. 1 e 5) – Constituído por uma peça acoplada à extremidade inferior do tanque e formada por: uma curva PVC de 45 graus, um tubo PVC rosqueado com 19 mm de diâmetro e 40 mm de comprimento e um bico plástico com rosca e redução de 19 para 5 mm (encontrado facilmente no comércio para acoplar mangueira à torneira).

Sistema de abertura dos sulcos (Fig. 1) – É formado pelos seguintes componentes: haste do sulcador, de vergalhão liso de 8 mm de diâmetro e 400 mm de comprimento, com a peça ativa (N) em forma de cunha e soldada em sua base. A haste é montada num suporte articulado, acoplado às extremidades do eixo da roda dianteira, de maneira que seu movimento permite que o sulcador acompanhe as irregularidades do terreno. Ainda faz parte do sistema o dispositivo de fechamento do sulco, composto por duas peças, confeccionadas com ferro chato de 250 x 25 x 4 mm. As duas peças são articuladas à haste do sulcador, de tal modo que se movimentam independentemente, durante a operação de fechamento do sulco.

Preparo da mistura fluido-semente

Para os testes de avaliação do protótipo foram utilizadas sementes de alface, cebola e mostarda. Para cada espécie trabalhou-se com dez concentrações diferentes de aproximadamente: 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 e 5000 sementes por litro de fluido, as quais permitiram verificar o espaçamento médio resultante dessas misturas e avaliar a distribuição de espaçamentos (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

A quantidade de sementes de cada espécie foi determinada, considerando-se o peso médio de cem sementes em cada espécie, utilizando-se uma balança eletrônica "Marte", série "S".

O fluido foi preparado a partir do amido de milho comercial (maizena), misturado à água, na proporção de

80 g por litro. Consecutivamente, a solução de amido foi aquecida por um período de 20 minutos, suficiente para ocorrer o entumescimento, ou seja, a gelatinização da solução de amido. Após esse procedimento, deixou-se o fluido resfriar naturalmente e preparou-se a mistura do fluido-semente por meio de uma batedeira doméstica, tipo planetária, operação que pode ser feita manualmente.

Testes experimentais

Os testes experimentais foram feitos em condições de laboratório, utilizando-se os três tipos de sementes e de campo, utilizando-se semente de cebola.

Para os testes em condições de laboratório preparou-se o protótipo de forma que o bico extrusor ficasse direcionado para a lateral, posição que evitou a danificação do filete pela roda traseira. Assim, a distribuição foi deixada sobre uma faixa de papel poroso, que permitiu a visualização das sementes, e as medições foram efetuadas tão logo ocorreu a secagem do fluido. Cada tratamento foi aplicado em uma faixa de 25 metros e mediram-se, aleatoriamente, em quatro pedaços de um metro, o número de sementes por metro e o espaçamento entre as sementes.

Para os testes de campo foram preparados dez canteiros numa área de 10 x 25 metros, utilizando-se uma enxada rotativa, e semeadas duas linhas por canteiro. Nessa etapa, o protótipo foi preparado de modo que o bico extrusor ficasse posicionado na mesma direção que o eixo longitudinal do equipamento, uma vez que o sulco foi fechado tão logo ocorreu a distribuição.

Cada tratamento foi aplicado a uma linha de 25 metros e as medições foram efetuadas, aleatoriamente, em quatro seções de um metro, assim que ocorreu a emergência das plântulas.

A avaliação da distribuição de espaçamentos seguiu metodologia utilizada por (Ward 1981), a qual divide a distribuição de espaçamentos em três classes: espaçamento aceitável, para distâncias entre sementes de 0,5 a 1,5 vez o espaçamento médio; sementes juntas, para distância entre sementes inferior a 0,5 vez o espaçamento médio; falha no semeio, para distância entre sementes superior a 1,5 vez o espaçamento médio.

Ainda com relação ao método de análise da distribuição de espaçamentos (Ward 1981) somente considera o coeficiente de variação (CV) para a classe de espaçamentos aceitáveis em virtude da importância da mesma e por ser aquela que apresenta menor percentagem de variação, quando se utiliza essa técnica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Princípio de funcionamento do protótipo

O protótipo desenvolvido (Fig. 1 e 7) é deslocado manualmente. O movimento da sua roda traseira (A) é transmitido ao mecanismo de extrusão da mistura, através de um sistema de transmissão por

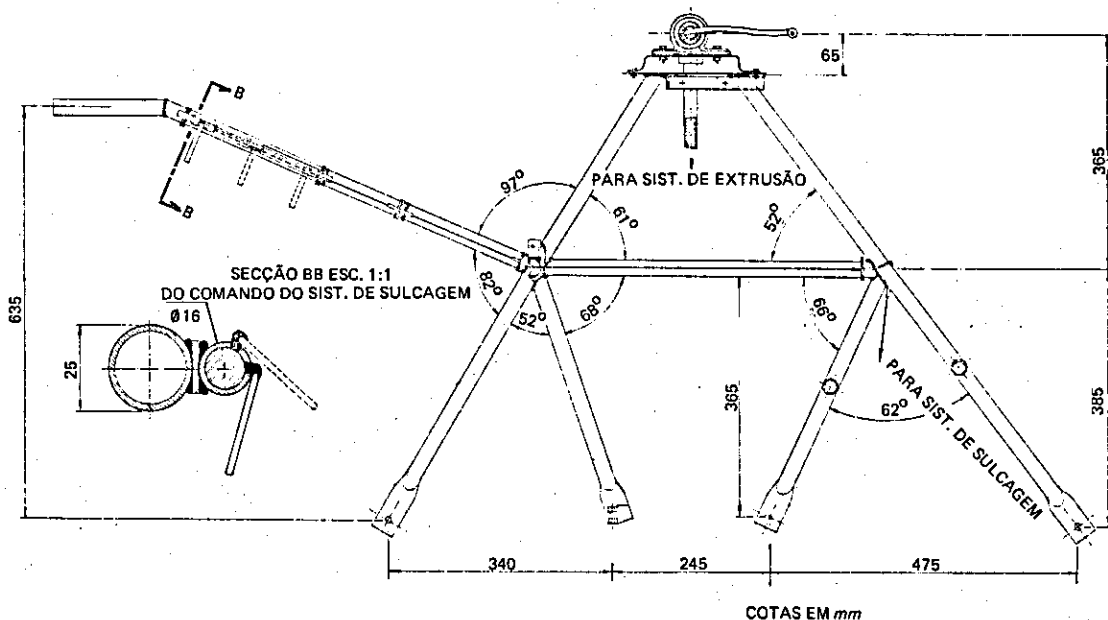


FIG. 3. Vista lateral do chassi e detalhe do comando do sistema de sulcagem.

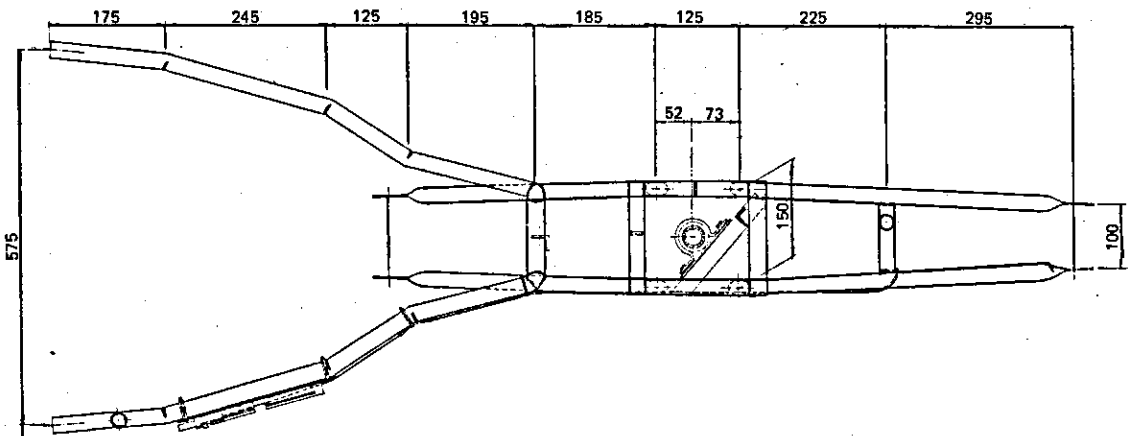


FIG. 4. Vista superior do chassi.

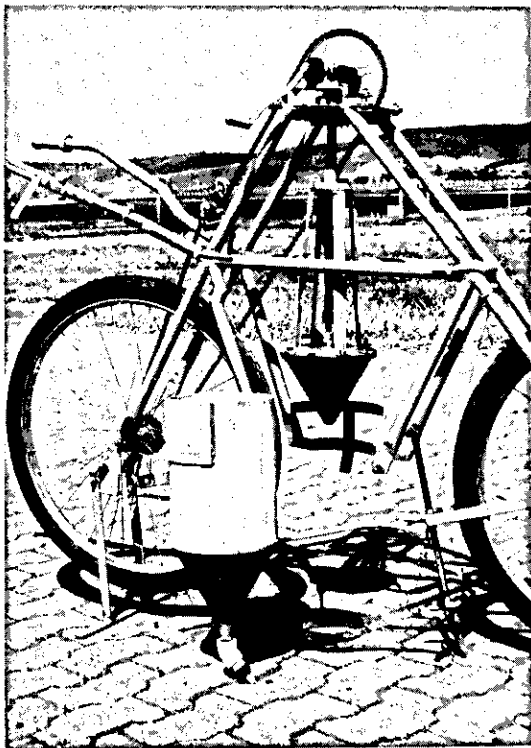


FIG. 5. Componentes da semeadora de fluido-sementes.

corrente (D) e de rodas dentadas: catraca (B) e coroa (C). A tensão da corrente é mantida por meio de esticadores (E), utilizados em bicicletas como dispositivo de mudança de marchas. A coroa é fi-

xada ao eixo principal (F) de acionamento do mecanismo de extrusão da mistura. Através de um jogo de coroa e pinhão, o movimento do eixo horizontal (F), é transmitido para o eixo vertical (G) que é solidário ao parafuso (H). Ao girar o parafuso aciona o êmbolo (I), que se desloca dentro do reservatório (J), comprimindo a mistura fluido-semente, forçando-a a passar pelo bico extrusor (M), indo até ao fundo do sulco, onde é depositada. O movimento do êmbolo cessa tão logo a sua parte inferior se aproxima do fundo do reservatório. Para que a máquina não seja travada brusca-mente em seu deslocamento, na extremidade inferior do parafuso foi feito um rebaixamento encaixando-se ali, uma mola de fraca compressão, de tal modo que o parafuso possa continuar ainda por algum tempo em seu movimento de rotação.

Para fazer o êmbolo retornar à sua posição inicial, faz-se uso de uma manivela (L), com engate adaptável à extremidade do eixo principal do mecanismo de extrusão.

Para o fechamento do sulco, a máquina possui um dispositivo (O) feito de chapa e acoplado à haste do sulcador. O dispositivo de fechamento do sulco é articulado de modo que pode ser levantado ou abaixado no momento desejado mediante o acionamento de uma alavanca (P), fixada à lateral da rabiça (Q) do lado direito da máquina. Um cabo de aço (R) liga a alavanca ao dispositivo de fechamento do sulco.



FIG. 6. Abastecimento do reservatório com a mistura fluido-semente.

A roda traseira em sua passagem sobre o sulco fechado, promove uma pequena compactação.

Consideração sobre o funcionamento do equipamento

Diversas variações podem ocorrer durante a execução da operação de semeadura. Uma delas consiste no fato de que, uma vez iniciado o deslocamento do protótipo, a mistura fluido-semente fica imediatamente sob pressão e caso ocorram interrupções durante o processo, haverá uma defasagem entre o deslocamento do equipamento e o fluxo da mistura. Tal situação normaliza-se rapidamente tão logo se reinicia o deslocamento, mas deixa como consequência, pequenos volumes aglomerados ao longo da linha de semeadura. Neste caso, quanto maior a concentração de sementes, maior será a quantidade de sementes deixadas nestes locais.

É possível ainda ocorrer o inverso: caso aumente demasiadamente a velocidade de deslocamento,

a distribuição pode ficar descontínua e não uniforme. Esses problemas são inerentes às características deste equipamento, cujo funcionamento baseia-se na transmissão do movimento entre a roda motora e o êmbolo do mecanismo de extrusão da mistura. Portanto, torna-se necessário procurar deslocar o equipamento a uma velocidade constante, em torno de 1 m/s, que é uma velocidade normal de trabalho, à nível de campo, para semeadoras manuais.

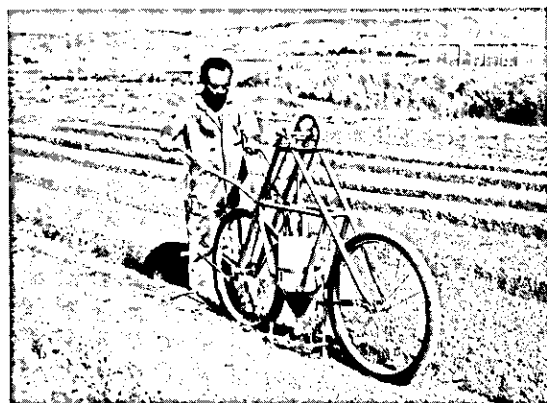


FIG. 7. Semeadora de fluido-semente em operação.

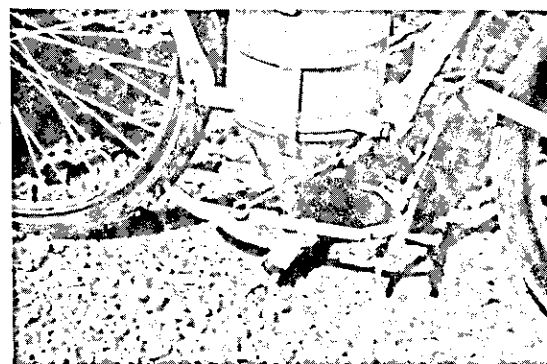


FIG. 8. Detalhe da saída do fluido-semente.

Avaliação do protótipo

A avaliação do protótipo é feita utilizando-se as Tabelas 1, 2, 3 e 4, as quais mostram a distribuição dos espaçamentos entre sementes. Comparando-se os resultados dos espaçamentos médios de semente

TABELA 1. Distribuição de espaçamentos de sementes de alface, em laboratório.

Concentração de sementes por litro	Espaçamento médio ¹ E (mm)	Número de observações	Aceitáveis ² 0,5 - 1,5E			
			Aceitáveis ² 0,5 - 1,5E		Espaçamentos	
			%	(aE ± CV)	Superior a aceitáveis < 0,5E %	Inferior a aceitáveis > 1,5E %
500	130	31	48	(0.98E ± 0.31)	32	20
1000	95	41	44	(0.81E ± 0.25)	32	24
1500	60	66	36	(1.00E ± 0.24)	44	20
2000	26	154	39	(0.85E ± 0.29)	38	23
2500	24	170	37	(0.88E ± 0.28)	40	23
3000	20	202	41	(0.82E ± 0.32)	42	17
3500	24	171	35	(0.93E ± 0.26)	37	28
4000	20	198	32	(0.80E ± 0.34)	46	22
4500	17	233	44	(0.93E ± 0.33)	37	19
5000	16	214	37	(0.89E ± 0.29)	32	31

¹ Espaçamento médio referente ao número total de dados (E).

² Distribuição dos espaçamentos dentro da faixa dos aceitáveis, onde:

$$a = \frac{\bar{X}}{E}$$

\bar{X} = média na faixa
CV = coeficiente de variação na faixa.

TABELA 2. Distribuição de espaçamentos de sementes da cebola, em laboratório.

Concentração de sementes por litro	Espaçamento médio ¹ E (mm)	Número de observações	Aceitáveis ² 0,5 - 1,5E			
			Aceitáveis ² 0,5 - 1,5E		Espaçamentos	
			%	(aE ± CV)	Inferior a aceitáveis < 0,5E %	Superior a aceitáveis > 1,5E %
500	138	29	52	(0.95E ± 0.33)	31	17
1000	82	49	23	(1.01E ± 0.30)	47	30
1500	47	81	46	(1.02E ± 0.25)	34	20
2000	39	106	35	(0.86E ± 0.37)	40	25
2500	30	149	37	(0.85E ± 0.33)	40	23
3000	24	164	52	(1.03E ± 0.29)	30	18
3500	21	193	35	(1.11E ± 0.22)	41	24
4000	17	283	44	(0.86E ± 0.36)	34	22
4500	13	282	30	(0.90E ± 0.20)	45	25
5000	11	340	29	(1.15E ± 0.20)	50	21

¹ Espaçamento médio referente ao número total de dados (E).

² Distribuição dos espaçamentos dentro da faixa dos aceitáveis, onde:

$$a = \frac{\bar{X}}{E}$$

\bar{X} = média na faixa
CV = coeficiente de variação na faixa.

TABELA 3. Distribuição de espaçamentos de sementes de mostarda, em laboratório.

Concentração de sementes por litro	Espaçamento médio ¹ E (mm)	Número de observações	Aceitáveis ²		Espaçamentos	
			%	(aE ± CV)	Inferior a aceitáveis < 0,5E %	Superior a aceitáveis > 1,5E %
500	129	30	40	(0.95E ± 0.29)	40	17
1000	82	47	36	(0.90E ± 0.24)	40	24
1500	38	101	49	(0.90E ± 0.31)	33	18
2000	35	119	45	(0.90E ± 0.29)	33	22
2500	21	192	41	(1.05E ± 0.24)	40	19
3000	24	171	44	(0.94E ± 0.34)	35	21
3500	21	200	38	(1.10E ± 0.23)	41	21
4000	17	237	47	(0.82E ± 0.29)	31	22
4500	14	287	43	(1.02E ± 0.28)	37	20
5000	11	327	35	(1.05E ± 0.20)	44	21

¹ Espaçamento médio referente ao número total de dados (E).

² Distribuição dos espaçamentos dentro da faixa dos aceitáveis, onde:

$$a = \frac{\bar{X}}{E}$$

\bar{X} = média na faixa
CV = coeficiente de variação na faixa.

TABELA 4. Distribuição de espaçamentos de plântulas de cebola, em campo.

Concentração de sementes por litro	Espaçamento médio ¹ E (mm)	Número de observações	Aceitáveis ²		Espaçamentos	
			%	(aE ± CV)	Inferior a aceitáveis < 0,5E %	Superior a aceitáveis > 1,5E %
500	350	22	64	(1.10E ± 0.29)	23	13
1000	180	24	50	(1.00E ± 0.25)	25	25
1500	94	36	39	(1.00E ± 0.18)	33	28
2000	70	45	33	(1.00E ± 0.26)	40	27
2500	50	52	33	(1.00E ± 0.39)	40	27
3000	40	64	43	(0.80E ± 0.32)	30	28
3500	30	72	49	(0.90E ± 0.29)	31	20
4000	30	89	46	(0.90E ± 0.28)	32	22
4500	20	88	66	(1.00E ± 0.37)	19	15
5000	20	96	50	(1.10E ± 0.24)	34	16

¹ Espaçamento médio referente ao número total de dados (E).

² Distribuição dos espaçamentos dentro da faixa dos aceitáveis, onde:

$$a = \frac{\bar{X}}{E}$$

\bar{X} = média na faixa
CV = coeficiente de variação na faixa.

de cebola em condições de campo e de laboratório, pode-se verificar que no campo obteve-se maiores espaçamentos médios para cada tratamento. Tal fato se deve, principalmente, às condições de solo, com grande incidência de torrões à superfície; ao fluido, tipo de goma, que secou em algumas partes por não ter sido coberto completamente; à formação de crosta em alguns locais do leito de semeadura, coincidindo com a emergência e à percentagem de germinação das sementes de cebola, verificada em condições de laboratório, que atingiu 95%. A diferença dos resultados pode diminuir à medida que se amenizem os problemas acima e que o protótipo alcance uma fase mais avançada de desenvolvimento.

Para facilitar o entendimento das tabelas será exemplificada uma análise: considerando que um produtor queira plantar cebola, utilizando-se este equipamento, e deseja trabalhar com espaçamento médio de 25 mm entre sementes. Neste caso, poderá tomar como base a Tabela 2, com valores reais de distribuição, sendo assim, deverá misturar aproximadamente 3.000 sementes por litro de fluido. No entanto, ainda deseja saber se a distribuição de sementes é uniforme. Para essa informação, seguindo-se na linha grifada, pode-se verificar que 52% dos espaçamentos encontrados durante o semeio, variaram de 0,5 a 1,5.E (espaçamento médio), ou seja de 12 a 36 mm, classe dos espaçamentos considerados como aceitáveis; 30% inferiores a 0,5.E, ou seja inferiores a 12 mm, considerada classe das sementes juntas, e que provavelmente necessitarão de desbaste, dependendo das condições de campo (desenvolvimento e acúmulo de plantas); e 18% superiores a 1,5.E, ou seja superiores a 36 mm, considerada classe das falhas no semeio. De modo geral, a classe de percentagem de falhas no semeio é sempre menor que as outras duas classes.

CONCLUSÕES

1. A velocidade média de deslocamento do protótipo de 1m.s^{-1} , combinada com a relação de transmissão de 1:0,33, diâmetro interno do bico extrusor de 0,005 m e viscosidade do fluido de $0,045\text{ N.m}^{-2}$, proporcionou distribuição satisfatória da mistura fluido-semente.

2. Quanto maior o número de sementes por litro de fluido, maior o número de sementes por metro e menor o espaçamento entre sementes.

3. O protótipo, mostrou que, na faixa de 2000 a 5000 sementes por litro, consegue-se uma distribuição de espaçamento de aproximadamente 80% sem falhas, considerando-se as sementes com espaçamentos aceitáveis e as sementes juntas, independente dos três tipos de sementes utilizadas.

4. Para uniformizar o stand de plantas, possivelmente, necessitará de um pequeno desbaste.

5. O deslocamento deve ser contínuo e uniforme, para evitar acúmulos da mistura fluido-semente na linha de semeadura.

6. O protótipo é leve, de fácil manuseio e de fácil construção.

REFERÊNCIAS

- FILGUEIRA, F.A.R. Manual de olericultura. 2. ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. 2v.
- FINCH-SAVAGE, W.E. A comparison of seedling emergence from dry-sown and fluid-drilled carrot seeds. *J. Hortic. Sci.*, 59(3):403-10, 1984.
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Censo agropecuário; Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983. v.18. (Recenseamento do Brasil - 1980, 9)
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Censo agropecuário; Minas Gerais. Rio de Janeiro, 1984a. v.16, parte 1. (Recenseamento geral do Brasil - 1980, 9)
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Censo agropecuário; Minas Gerais. Rio de Janeiro, 1984b. v.16, parte 4. (Recenseamento geral do Brasil - 1980, 9)
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Censo agropecuário; São Paulo. Rio de Janeiro, 1984c. v.19, parte 1. (Recenseamento geral do Brasil - 1980, 9)
- FUNDAÇÃO IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Censo agropecuário; São Paulo. Rio de Janeiro, 1984d. v.19, parte 3. (Recenseamento geral do Brasil - 1980, 9)
- GHATE, S.R.; PHATAK, S.R.; JAWORSKI, C.A. Seedling pre-germinated vegetable seeds in plots. *Trans. ASAE*, 24(5):1099-107, 1981.
- HARRIOT, B.L. A packaged environment system for planting. *Trans. ASAE*, 13(5):550-3, 1970.
- HIRON, W.W.P. & BALIS, R.C. The development and evaluation of an air pressurised fluid drill. *Acta Hortic.*, (52):109-20, 1978.
- SHAW, L.N.; BRYAN, H.H.; NICHOLS, D.A. An intermittent peristaltic fluid drill for vegetable. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, 93:256-67, 1981.
- WARD, S.M. Performance of a prototype fluid drill. *Agric. Eng. Res.*, 26(4):321-31, 1981.