

AVALIAÇÃO DE TRÊS MECANISMOS DE DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES¹

FRANCISCO EDUARDO DE CASTRO ROCHA², JOÃO PAULO ARANTES RODRIGUES DA CUNHA³,
CLÁUDIO ALBERTO BENTO FRANZ e SÉRGIO MAURO FOLLE²

RESUMO - Três mecanismos de distribuição de sementes do tipo cônico, espiral e helicoidal, montados sobre três semeadoras manuais, foram avaliados em relação à densidade de semeadura (número de sementes por metro), uniformidade de distribuição de sementes (percentagem de espaçamentos aceitáveis), patinagem da roda motriz e velocidade de deslocamento da semeadora. Para os testes dos referidos mecanismos utilizaram-se sementes de milho, soja e trigo. Verificou-se que a percentagem de espaçamento aceitável (0,5 - 1,5 do espaçamento nominal) variou de 32,8%, no mecanismo do tipo espiral a 54,8%, no mecanismo cônico, ambos com sementes de milho. A densidade de semeadura variou, com sementes de soja, de 454.167 a 491.667, quando a esperada era de 450.000 sementes/ha; com sementes de milho, de 55.833 a 70.000, quando a esperada era de 60.000 sementes/ha; e com sementes de trigo, de 3.920.000 a 4.111.100, quando a esperada era de 3.770.000 sementes/ha. A patinagem das rodas acionadoras dos mecanismos variou de 0,3%, no mecanismo espiral, a 0,5% nos mecanismos helicoidal e cônico.

Termos para indexação: mecanização, semeadoras, plantio.

EVALUATION OF THREE SEED DISTRIBUTION MECHANISMS

ABSTRACT - Three seed distribution mechanisms, conic, spiral, and helical shaped, assembled on three manual seeders were evaluated with regard to sowing density (number of seeds per meter), distribution uniformity (acceptable spacing), slippage and forward velocity. Maize, soybean, and wheat seeds were used in the evaluation tests. The percentage of acceptable spacing (0.5 - 1.5 nominal spacing) varied from 32.8%, for the spiral mechanism, to 54.8%, for the conic mechanism, both using maize seed. The soybean sowing density varied from 454,167 to 491,667, for a target density of 450,000 seeds/ha; with maize, it varied from 55,833 to 70,000, for a target density of 60,000 seeds/ha; and with wheat, it varied from 3,920,000 to 4,111,100, for a target density of 3,770,000 seeds/ha. The driven wheel slippage varied from 0.3%, for the spiral type, to 0.5% for the helical and conic shaped.

Index terms: mechanization, seeders, seeding.

INTRODUÇÃO

A produção de grãos, fundamentada em sistemas sustentáveis, requer o desenvolvimento de equipamentos agrícolas cada vez mais eficientes e preci-

sos. As semeadoras representam importante elemento nesse contexto, uma vez que o desenvolvimento de uma cultura bem como sua produção dependem, em parte, de uma correta distribuição de sementes por unidade de área.

Kurachi et al. (1989) mostraram que a uniformidade em distribuição longitudinal de sementes é uma das características que mais contribui para a obtenção de um estande adequado de plantas e, conseqüentemente, de boa produtividade da cultura.

Atualmente, existem diversos mecanismos distribuidores de sementes compondo as semeadoras. Muitos deles já estão sendo utilizados comercialmente, como, por exemplo, o mecanismo de discos

¹ Aceito para publicação em 29 de dezembro de 1997.

² Eng. Agríc., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

³ Estudante de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras (UFL), CEP 37200-000 Lavras, MG.

perfurados (horizontais e verticais), dedos prensores, sistemas pneumáticos de pressão e a vácuo. Cada um desses mecanismos possui características que influenciam o desempenho de semeadoras quanto à uniformidade na distribuição longitudinal de sementes (Pacheco et al., 1996).

O desempenho operacional desses mecanismos depende de fatores como: velocidade de deslocamento da semeadora, altura de queda das sementes, uniformidade na distribuição e nível de danificação, que, por sua vez, vão depender principalmente da forma, tamanho e uniformidade de tamanho das sementes. Segundo Mantovani & Bertaux (1990), os fabricantes de semeadoras-adubadoras, com finalidade de proteger o mecanismo distribuidor de sementes contra resíduos deixados em terrenos recém-desbravados, têm optado pela colocação do equipamento o mais distante possível da superfície do solo. Isso implica tubos condutores mais compridos, proporcionando às sementes um caminho mais longo para percorrer e aumentando a possibilidade de rebotes que contribuem para irregularidades na distribuição longitudinal de sementes.

Folle & Seixas (1985) descreveram que a distribuição de sementes no solo pode ser a lanço, em linhas ou em faixas. Na semeadura a lanço, indicada para espécies vegetais de sementes pequenas, as sementes se distribuem ao acaso e a cobertura é feita com uma gradagem leve ou por rolos compactadores. Nesse tipo de semeadura, as máquinas podem ser de descarga livre ou centrifugas. Na semeadura em faixas, as sementes são lançadas em faixas que variam de 6 a 8 cm de largura. Em linhas, as sementes são depositadas no solo em sulcos paralelos. Quando distribuídas ao longo da linha, praticamente sem intervalos, diz-se que a semeadura é contínua; com intervalos preestabelecidos de precisão. A semeadura em linhas tem a vantagem de facilitar os tratamentos culturais.

Além de variar quanto à forma de distribuição de sementes, as semeadoras podem variar também quanto ao objetivo final do serviço a ser executado, destinando-se a parcelas experimentais ou a áreas de produção. As destinadas a parcelas experimentais caracterizam-se pela existência de mecanismos que permitem a semeadura do número exato de sementes por unidade de área ou comprimento, evitan-

do a mistura de sementes entre parcelas causada por sobras no depósito. As que se destinam a áreas de produção não são dotadas deste sistema.

Rocha et al. (1992) avaliaram oito semeadoras-adubadoras de milho dotadas de mecanismos de distribuição de semente do tipo disco horizontal (tecnologia mais antiga), dedos prensores e sistema pneumático de pressão (tecnologia mais recente). Verificaram que não houve diferença significativa entre as duas quanto à eficiência operacional, independentemente da velocidade de deslocamento. No entanto, os preços de aquisição das semeadoras mais modernas foram significativamente mais elevados.

Assim, este trabalho objetivou avaliar o desempenho de mecanismos de distribuição do tipo cônico, espiral e helicoidal, utilizando sementes de tamanho pequeno, (trigo), médio (soja) e grande (milho). O desempenho foi avaliado em relação à densidade de semeadura, uniformidade de distribuição de sementes e patinação da roda acionadora do sistema de transmissão de velocidade. Além disso, procurou-se abordar características funcionais desses mecanismos para permitir selecionar o mais conveniente.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), da Embrapa, Planaltina, DF.

Utilizaram-se três semeadoras manuais, dotadas de mecanismos de distribuição de sementes diferentes. A primeira, apropriada para parcela experimental, possui mecanismo cônico (Fig. 1); a segunda, mecanismo espiral (Fig. 2); e a terceira, mecanismo helicoidal (Fig. 3).

Para fazer a avaliação dos mecanismos de distribuição utilizaram-se as sementes de milho 'BR 201' (peneira 18 longa), soja 'Doko' e trigo 'EMBRAPA 42'.

Os ensaios foram realizados numa faixa de terreno plano, não preparada, de solo batido, onde foi aberto um sulco raso de 10 metros de comprimento, com sulcador mecânico.

Com cada mecanismo foram feitas três repetições e em cada repetição foram coletados os dados de número de sementes por metro linear e de espaçamento entre sementes, de forma aleatória, em quatro partes de 1 metro ao longo dos 10 metros do sulco, por meio de uma trena.

As três semeadoras foram reguladas (alterando-se as relações de transmissões e mecanismos dosadores) para



FIG. 1. Semeadora de mecanismo distribuidor de sementes do tipo cônico.



FIG. 2. Semeadora de mecanismo distribuidor de sementes do tipo espiral.

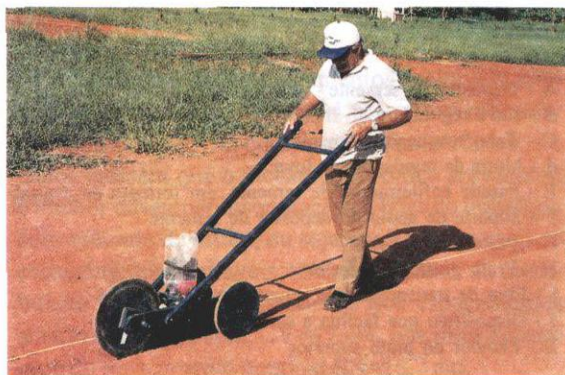


FIG. 3. Semeadora de mecanismo distribuidor de sementes do tipo helicoidal.

fornecer um número ideal de sementes por metro linear, a uma velocidade de deslocamento compatível à tração manual. Para o milho a regulagem foi ajustada para distribuir seis sementes por metro (espaçamento recomendado entre sementes igual a 16,7 cm); para a soja a regulagem foi ajustada para distribuir 18 sementes por metro (espaçamento recomendado entre sementes igual a 5,6 cm); e para o trigo foi ajustada para distribuir 66 sementes por metro (espaçamento entre sementes igual a 1,5 cm).

Após as regulagens foram feitas as seguintes avaliações: uniformidade na distribuição longitudinal de sementes, representada pela percentagem de espaçamentos aceitáveis (0,5 - 1,5 do espaçamento nominal); densidade de semeadura, considerando uma população ideal de 60.000 plantas/ha de milho, de 450.000 plantas/ha de soja e de 3.770.000 plantas/ha de trigo; e patinação da roda motriz.

Os dados referentes às distâncias entre sementes foram avaliados de acordo com a metodologia apresentada por Rohrbach et al. (1969), citado por Ward (1981) e Kurachi et al. (1989), na qual a população total de espaçamentos é dividida em subpopulações correspondendo a múltiplos do espaçamento nominal (EN), que é o espaçamento recomendado agronomicamente. Assim, três categorias foram usadas: a primeira corresponde aos espaçamentos iguais ou próximos de zero (<0,5 EN), denominada "sementes duplas"; a segunda corresponde aos espaçamentos aceitáveis (0,5 - 1,5 EN); e a terceira corresponde aos espaçamentos denominados "falhas" (>1,5 EN).

Verificou-se nos três tipos de mecanismos com os diferentes tipos de sementes a média dos espaçamentos aceitáveis (\bar{X}) e seus respectivos coeficientes de variações (CV).

A patinação foi calculada, em percentagem, mediante a seguinte equação:

$$P_i = \frac{R_1 - R_0}{R_1}, \text{ onde :}$$

P_i = patinação da roda acionadora;

R_1 = número de voltas da roda acionadora;

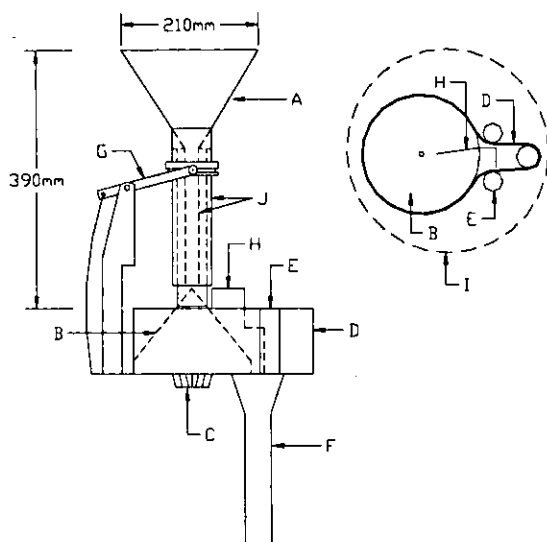
R_0 = número teórico de voltas da roda acionadora.

O número de voltas da roda acionadora foi medido ao longo do sulco de 10 metros e calculou-se o número teórico de voltas que a roda acionadora deveria girar sem patinar. Para o cálculo do número teórico de voltas foram utilizados os diâmetros de 310, 390 e 405 mm das rodas acionadoras dos mecanismos espiral, helicoidal e cônico, respectivamente.

A semeadora de mecanismo cônico, montada sobre duas rodas, é um modelo comercial importado da Áustria apropriado para parcela experimental. Esse mecanismo (Fig. 4) opera da seguinte forma: ao levantar o tubo alimentador de

sementes, estas dispõem-se homogeneamente ao longo da base do cone. Assim, à medida que o cone gira junto à correia de anteparo (acionada pela roda motriz), as sementes vão sendo encaminhadas em direção ao tubo de saída. Para regular esse mecanismo, inicialmente é necessário conhecer o comprimento da parcela. Em seguida, fixa-se o par de engrenagens que permitirá, em uma volta da base cônica, distribuir uniformemente todas as sementes na distância correspondente ao comprimento da parcela. No ensaio, para percorrer dez metros utilizou-se uma coroa de dez dentes, ligada à roda motriz, que aciona outra de 40 dentes. Além disso, deve-se contar a quantidade de sementes a ser jogada no depósito, de acordo com a população de plantas desejadas.

A semeadora de mecanismo espiral, montada sobre duas rodas, é um protótipo desenvolvido na Embrapa-CPAC. Neste mecanismo (Fig. 5), quando as sementes deixam o tubo alimentador tendem a alinhar-se ao longo da parede enfileiradora à medida que o prato inferior gira. Este prato



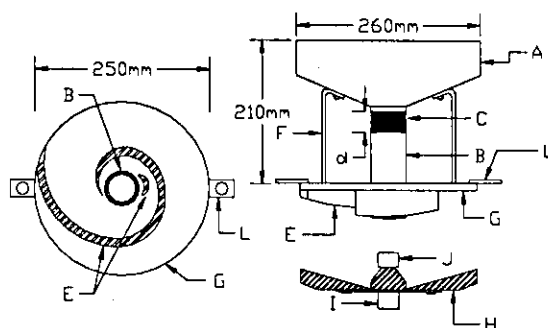
- A - Depósito de sementes
- B - Cone homogeneizador de semente
- C - Coroa acionadora
- D - Correia de anteparo e transporte de semente
- E - Pino modelador da correia
- F - Tubo de saída de sementes
- G - Sistema de levante do tubo alimentador
- H - Placa recolhadora de semente
- I - Vista superior do sistema de distribuição
- J - Tubo condutor de semente

FIG. 4. Esquema do mecanismo de distribuição de semente do tipo cônico.

possui uma superfície inclinada em direção ao seu centro, o que possibilita a concentração das sementes ao redor da parede espiral. O fluxo de semente é regulado por luva reguladora e pela velocidade de rotação do prato inferior, que, por sua vez, depende da combinação de coroas dentadas utilizadas no sistema de transmissão de velocidade.

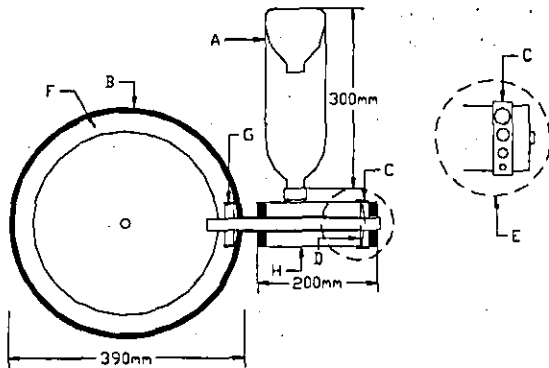
Neste teste, a semeadora foi regulada de forma diferente para cada tipo de semente. A altura entre a borda superior da luva e a parte superior do tubo rosqueado foi de 25, 26 e 27 mm, respectivamente para milho, soja e trigo. Combinou-se uma coroa de 24 dentes, conectada à roda traseira, acionada por meio de uma corrente e uma coroa de 52 dentes, que movimenta um par de coroa e pinhão fixado ao eixo do prato inferior.

A semeadora de mecanismo helicoidal (Fig. 6), montada sobre três rodas, também é um protótipo desenvolvido na Embrapa-CPAC. A roda motriz dianteira, ao girar, aciona uma polia de transmissão, girando uma hélice no interior do mecanismo distribuidor. O giro dessa hélice permite um fluxo constante de sementes no furo de saída, disposto lateralmente de forma a permitir melhor distribuição; se o furo fosse localizado na parte inferior do cilindro, não haveria controle eficiente da queda de sementes. O tamanho deste furo é regulado, girando-se o aro regulador, de acordo com o tamanho da semente e da quantidade de sementes desejadas.



- A - Depósito de semente
- B - Luva reguladora do fluxo de semente
- C - Tubo rosqueado alimentador
- d - Altura de regulação da luva
- E - Parede enfileiradora de semente, em formato de espiral
- F - Suporte de apoio do depósito de semente
- G - Prato fixo superior
- H - Prato giratório inferior
- I - Eixo de transmissão de velocidade
- J - Dispositivo que facilita a saída de semente
- L - Fixador do prato superior

FIG. 5. Esquema do mecanismo de distribuição de semente do tipo espiral.



- A - Depósito de semente
- B - Roda motriz
- C - Aro regulador do fluxo de semente
- D - Hélice propulsora
- E - Detalhe do aro regulador
- F - Área de contato antidesslizante
- G - Polia de transmissão
- H - Mecanismo distribuidor de semente
- I - Furo lateral de saída de semente

FIG. 6. Esquema do mecanismo de distribuição de semente do tipo helicoidal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram comparados os três tipos de mecanismos de distribuição de sementes e a influência do tipo de semente no seu desempenho. Os resultados obtidos de densidade de semeadura, uniformidade de distribuição de sementes (espaçamentos aceitáveis), de patinação da roda motriz e de velocidade de deslocamento encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

A percentagem de espaçamentos aceitáveis, com semente de milho, variou de 34,6%, com o mecanismo espiral, a 53,3%, com o mecanismo cônico. Os dados indicam que o mecanismo cônico apresentou o melhor desempenho operacional quando trabalhou com semente de milho, ou seja, maior percentual de espaçamentos aceitáveis, menor de falhas na distribuição (11,4%), e valor médio dos espaçamentos aceitáveis, $\bar{X}=17,4$ cm, $CV=47,4\%$, que mais aproximou do espaçamento nominal $EN=16,7$ cm.

A percentagem de espaçamentos aceitáveis com semente de soja variou de 40,1%, com o mecanismo

cônico, a 45,8%, com o mecanismo helicoidal. Os dados indicam que o mecanismo helicoidal apresentou um desempenho operacional pouco superior aos outros dois quando trabalhou com semente de soja, ou seja, maior percentual de espaçamentos aceitáveis, menor de falhas na distribuição (16,6%), e o valor médio dos espaçamentos aceitáveis, $\bar{X}=5,4$ cm, $CV=29,6\%$, que mais aproximou do espaçamento nominal $EN=5,6$ cm.

A percentagem de espaçamentos aceitáveis com semente de trigo variou de 36,0%, com o sistema cônico, a 37,8%, com o sistema espiral. Os dados indicam que os três mecanismos apresentaram um desempenho operacional muito semelhante, com superioridade do mecanismo helicoidal quando trabalhou com semente de trigo, ou seja, maior percentual de espaçamentos aceitáveis, menor de falhas na distribuição (21,3%), e o mesmo valor médio dos espaçamentos aceitáveis, $\bar{X}=1,4$ cm, $CV=27,9\%$, quando se esperava um espaçamento nominal $EN=1,5$ cm.

A percentagem de espaçamentos aceitáveis, considerando os três tipos de sementes e o mecanismo do tipo espiral, variou de 34,6 a 43,7%. O mesmo tipo de mecanismo, montado sobre uma semeadora de tração mecânica, foi testado por Rocha & Oliveira (1992) com bulbilhos de alho e obtidas percentagens de 39,0 a 49,0%, mostrando que esse mecanismo pode alcançar melhores resultados de acordo com o material que está sendo utilizado.

Em um teste de avaliação de oito semeadoras-adubadoras convencionais de milho, dotadas de mecanismo de distribuição de sementes tipo disco perfurado, dedos prensos e sistema pneumático de pressão, tracionadas mecanicamente a velocidades de deslocamentos de 5,0; 6,5; e 7,5 km/h, Rocha et al. (1992) verificaram que a percentagem de espaçamentos aceitáveis variou de 50 a 78%. Esses dados mostram que as semeadoras-adubadoras convencionais apresentam melhor uniformidade de distribuição de sementes que as semeadoras manuais ensaiadas neste trabalho.

A percentagem de sementes duplas variou de 34,6 a 49,6% e a percentagem de falhas na distribuição de sementes variou de 11,4 a 30,8%, considerando os três tipos de mecanismos e tipos de sementes. Esses dados mostram que os mecanismos tendem a proporcionar mais sementes juntas do que sementes com

TABELA 1. Médias de densidade de semeadura e percentual de espaçamentos entre sementes por categoria de distribuição de espaçamentos, em milho, soja e trigo e diferentes mecanismos de distribuição¹.

Tipo de semente	Tipo de mecanismo	Nº de obs.	Densidade de semeadura (sem./ha)	EN (cm)	Sem. duplas (<0,5 EN) (%)	Espaçamentos aceitáveis			Falhas (>1,5 EN) (%)
						PEA (%)	\bar{X} (cm)	CV (%)	
Milho	Cônico	84	70.000	16,7	35,3	53,3	17,4	47,4	11,4
	Espiral	67	55.833	16,7	34,6	34,6	14,2	31,4	30,8
	Helicoidal	78	65.000	16,7	49,6	34,8	14,8	27,4	15,6
Soja	Cônico	236	491.667	5,6	41,7	40,1	4,9	34,8	18,2
	Espiral	218	454.167	5,6	36,4	43,7	5,1	31,1	19,8
	Helicoidal	218	454.167	5,6	37,6	45,8	5,4	29,6	16,6
Trigo	Cônico	839	4.111.100	1,5	39,9	36,9	1,4	29,3	23,3
	Espiral	800	3.920.000	1,5	41,0	36,0	1,4	29,3	23,0
	Helicoidal	807	3.955.645	1,5	40,9	37,8	1,4	27,9	21,3

¹ EN: espaçamento nominal; PEA: percentagem de espaçamentos aceitáveis, de 0,5 EN a 1,5 EN; \bar{X} : média dos espaçamentos aceitáveis; CV: coeficiente de variação.

TABELA 2. Médias dos espaçamentos entre sementes, patinagem da roda motriz e velocidade de deslocamento em sementes de milho, soja e trigo e diferentes tipos de mecanismos de distribuição.

Tipo de semente	Tipo de mecanismo	Espaçamento médio (cm)	Patinagem da roda motriz (%)	Velocidade (km/h)
Milho	Cônico	12,9	0,5	1,8
	Espiral	16,4	0,3	1,6
	Helicoidal	13,7	0,5	1,5
Soja	Cônico	4,9	0,5	1,8
	Espiral	5,3	0,3	1,6
	Helicoidal	5,3	0,5	1,5
Trigo	Cônico	1,4	0,5	1,8
	Espiral	1,5	0,3	1,6
	Helicoidal	1,5	0,5	1,5

os espaçamentos ideais ou mesmo distanciadas demais na linha de semeadura. Esse elevado percentual ocorreu principalmente porque os espaçamentos necessários para a semeadura do trigo e da soja são pequenos e qualquer variação na distância entre as sementes leva a aumento dos resultados finais, considerando o método utilizado.

Nos três mecanismos, a densidade de semeadura da semente de soja variou de 454.167 a 491.667 sementes/ha, quando o valor esperado era de 450.000;

do milho variou de 55.833 a 70.000 sementes/ha, quando o valor esperado era de 60.000; e do trigo, de 3.920.000 a 4.111.100 sementes/ha, quando o valor esperado era de 3.770.000 (Tabela 1). O mecanismo que mostrou melhor desempenho operacional quanto à densidade de semeadura foi o tipo espiral, que apresentou resultados mais próximos do valor esperado.

Os espaçamentos médios entre sementes, considerando todos os espaçamentos contidos nas três categorias anteriormente utilizadas nos três mecanismos e sementes estão apresentados na Tabela 2. Os resultados mostraram que as médias foram ligeiramente inferiores em relação aos espaçamentos nominais, o que não compromete o desempenho dos mecanismos testados.

A patinagem da roda motriz, considerando os três tipos de semeadoras e sementes, variou de 0,3 a 0,5% (Tabela 2). Mantovani et al. (1992), avaliando a eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras convencionais de milho (tração mecânica), verificaram que a patinagem da roda motriz das referidas semeadoras variou de 3,2 a 8,8%. Os resultados mostram que a patinagem da roda motriz das semeadoras manuais é inferior à dos mecanismos de tração mecânica e, conseqüentemente, indicam que os mecanismos testados trabalharam com alto desempenho na distribuição de sementes.

A velocidade de deslocamento das semeadoras manuais variou de 1,5 a 1,8 km/h (Tabela 2). Essa variação mostra que as três semeadoras foram empurradas de maneira uniforme e por isso a pequena diferença não é capaz de influenciar os resultados finais dos testes de avaliações.

CONCLUSÕES

1. Os três mecanismos de distribuição de sementes, montados em semeadoras manuais, apresentam uniformidade de distribuição relativamente baixa quando comparados com outros de semeadoras convencionais (tração mecânica).

2. O mecanismo cônico apresenta um elevado percentual de espaçamentos aceitáveis quando trabalha com semente de milho.

3. Os três mecanismos proporcionam praticamente os mesmos percentuais de espaçamentos aceitáveis quando trabalham com sementes de soja e trigo.

4. O percentual de falhas é menor, considerando os três tipos de mecanismos e sementes, quando comparado com os percentuais aceitáveis e de sementes duplas.

5. A eficiência dos mecanismos na obtenção da densidade de semeadura (número de sementes por metro linear) é maior em relação à precisão de plantio (espaçamento longitudinal entre sementes).

6. As rodas motrizes das semeadoras manuais apresentam baixa percentagem de patinação, independentemente do tipo de semente.

7. O milho, por ter uma forma achatada, é mais propenso a ser danificado pelo mecanismo distribuidor do tipo espiral.

8. O mecanismo cônico apresenta regulagem fácil.

REFERÊNCIAS

- FOLLE, M.S.; SEIXAS, J.M. Mecanização agrícola. In: GOEDERT, W.J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, Planaltina: Embrapa-CPAC, 1985. p.385-408.
- KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A. de S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. da. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v.48, n.2, p.249-262, 1989.
- MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. **Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS/ABIMAQ-SINDIMAQ, 1990. 49p.
- MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S.; ROCHA F.E.C. Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.12, p.1579-1586, dez.1992.
- PACHECO, E.P.; MANTOVANI, E.C.; MARTYN, P.J.; OLIVEIRA, A.C. de. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.3, p.209-214, mar.1996.
- ROCHA, F.E. de C.; MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S.; GARCIA, J.C. Comparação de semeadoras-adubadoras de milho com relação a preços de aquisição e eficiência operacional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p.751-757, maio 1992.
- ROCHA, F.E. de C.; OLIVEIRA, C.A. da S. Avaliação da precisão de plantio de duas plantadoras de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p.743-750, maio 1992.
- WARD, S.M. Performance of a prototype fluid drill. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.26, p.321-331, 1981.