

DESEMPENHO DE UM DISTRIBUIDOR CENTRÍFUGO DE DISCO CÔNICO NA SEMEADURA DE
ARROZ

Performance of a conic disk centrifugal spreader during the seeding of
rice

Carlos Fontana*, José Maria de Souza**, Arno Udo Dallmeyer***

RESUMO

A performance de um distribuidor centrífugo de disco cônico foi determinada em condições de laboratório. O desempenho em termos de largura de trabalho útil, simetria de distribuição e uniformidade de distribuição foi comparado com o desempenho de um distribuidor comercial. Os possíveis danos às sementes de arroz e o menor espaço entre sementes também foram determinados. O distribuidor centrífugo de disco cônico apresentou um desempenho superior àquele do distribuidor comercial; a largura de trabalho útil foi de 14,2 metros e a máquina apresentou um coeficiente de variação do perfil transversal de 17,7% com simetria de distribuição. A densidade de semeadura foi de 650 sementes por metro quadrado e a taxa de aplicação foi de 169 kg/ha.

UNITERMOS: Semeadura de arroz, distribuidores centrífugos, disco cônico.

SUMMARY

The performance of a conic disk centrifugal spreader was determined at laboratory conditions. The performance in terms of effective working width, symmetry of distribution and uniformity of distribution was compared with the performance of a commercial spreader. The possible damages to the rice seeds and smallest space among seeds were also determined. The conic centrifugal spreader presented a performance superior to that of a commercial spreader; the effective working width was 14,2 meters and the machine presented a coefficient of variation of the transversal pattern of 17,7 percent with symmetry of distribution. The seeding density was 650 seeds per squared meter and the seeding rate was 169 kg/ha.

KEY WORDS: Seeding of rice, centrifugal spreaders, conic disk.

* Professor Adjunto, PhD. Pesquisador do CNPq. Depto. de Engenharia Rural, Univ. Fed. de Santa Maria. 97119 - Santa Maria, RS.

** Professor Assistente, M.Sc. Depto. de Eng^o Rural, ESAM-RN.

*** Professor Assistente, M.Sc. Depto. de Eng^o Rural, Univ. Fed. Santa Maria.

INTRODUÇÃO

O arroz é o alimento básico para dois terços da população mundial.

No Brasil, o arroz é um dos principais produtos agrícolas encontrando no que se refere a clima e solo, condições favoráveis de cultivo em quase todo o território nacional.

O Rio Grande do Sul destaca-se por ser responsável por cerca de 30% da produção brasileira de arroz com apenas 10% da área cultivada no país. A produtividade média do Rio Grande do Sul em 1981 foi de 4.000 kg/ha; a produtividade média do Brasil em 1981 foi de 1.362 kg/ha (13).

O arroz pode ser semeado a lanço ou em linhas, sendo que no Rio Grande do Sul predomina a semeadura a lanço sobre o solo seco. Os distribuidores centrífugos de disco e pendulares são as máquinas mais utilizadas na semeadura do arroz por serem máquinas simples e de elevada largura de trabalho e, conseqüentemente, alta capacidade operacional. Os distribuidores centrífugos apresentam desuniformidade na distribuição das sementes, requerendo uma análise detalhada do seu perfil de distribuição para determinar a sobreposição correta entre passadas sucessivas e a uniformidade de distribuição transversal e longitudinal.

O perfil de distribuição na semeadura de arroz em distribuidores centrífugos é função de vários fatores, tais como: características do mecanismo distribuidor (tamanho e formato do disco e comprimento, formato e posição das aletas), local de deposição das sementes sobre o disco, velocidade angular do disco distribuidor, fluxo de alimentação do distribuidor, velocidade de operação do distribuidor, altura do disco distribuidor ao solo, inclinação longitudinal e transversal do mecanismo distribuidor, nível de enchimento do depósito de sementes, características das sementes e velocidade do vento. Dentre os fatores acima serão analisados neste trabalho apenas o uso de discos plano e cônico, com aletas retas, curvas e elevadas.

A maioria das pesquisas feitas com distribuidores centrífugos utilizaram fertilizantes e corretivos em pó ou granulados; entretanto, a metodologia usada para tais produtos poder ser facilmente adaptada para a obtenção de dados de desempenho de distribuidores centrífugos com sementes de arroz.

Este trabalho objetiva determinar o desempenho de um distribuidor centrífugo de disco plano e cônico com aletas retas, curvas e elevadas na semeadura de arroz. Os parâmetros para avaliar o desempenho são os

seguintes: a) largura de trabalho útil; b) uniformidade de distribuição dada pelo coeficiente de variação; c) simetria de distribuição; d) espaço vital entre as sementes de arroz, e e) danos mecânicos provocados pelo mecanismo distribuidor. Uma comparação do desempenho do distribuidor centrífugo equipado com disco cônico com um distribuidor centrífugo comercial com disco plano é feita.

REVISÃO DE LITERATURA

Segundo BARAÑO (2) a classificação das máquinas agrícolas de distribuição de sementes fertilizantes e corretivos a lanço é feita segundo o princípio mecânico em máquinas de ação por força centrífuga e em máquinas de descarga direta ou por gravidade. As semeadeiras em linha tem a vantagem de deixar as sementes enterradas e, em condições favoráveis para a germinação. A distância entre linhas mais comum é de 15 cm; o número de linhas varia de 7 a 30, apresentando uma largura de trabalho útil de 1,0 a 4,5 m. As semeadeiras em linha são geralmente máquinas rebocadas, tendo todo o seu mecanismo acionado através das rodas de terra. BARAÑO (2) descreveu a semeadeira a lanço por força centrífuga manual e CAÑAVATE (5) e KEPNER et alii (12) descreveram os distribuidores centrífugos de disco. DENCKER (9) descreveu os distribuidores pendulares.

Segundo CAÑAVATE (5) o distribuidor centrífugo de disco pode ser de um ou dois discos e apresenta largura de trabalho útil de 7 a 14 metros. Segundo BERNACKI et alii (3) as pesquisas experimentais mostraram que os discos não devem trabalhar em alturas ao solo superiores a 0,80 m, ter um diâmetro entre 0,50 e 0,60 m e uma rotação de 540 a 700 RPM, dando assim uma velocidade periférica de 6 a 14 m/s. KEPNER et alii (12), usando as equações de CUNNINGHAM (6), aplicadas a uma partícula, mostraram que a velocidade de descarga e o deslocamento angular são funções do raio externo do disco, do ângulo da aleta com relação ao raio, da distância radial na qual a partícula é entregue ao disco, da velocidade de rotação do disco e do coeficiente de atrito aleta-fertilizante.

Quanto ao local de deposição do material a ser distribuído sobre o disco, BIGSBY & RAUMMAN (4) mostraram que, à medida que o ponto de alimentação se movimenta para fora do centro do disco, o perfil se movimenta de um lado para o outro em relação a máquina. Os resultados sugeriram a introdução de material em mais de um ponto sobre o disco distribuidor.

Segundo CUNNINGHAM (6) a velocidade de avanço dos distribuidores centrífugos tem pouca influência na taxa de aplicação, com uma velocidade de deslocamento de 5 a 14 km/h, quando o mecanismo dosificador encontra-se regulado. Em distribuidores que possuem sistema alimentador por esteira a taxa de distribuição decresce suavemente com o aumento da velocidade de deslocamento. O sistema alimentador pode ser acionado pela tomada de potência ou pela roda de terra, através de um conjunto de engrenagens.

BERNACKI et alii (3) mostraram a importância das características físicas dos fertilizantes sobre o desenho dos distribuidores. FERNANDEZ & GARCIA (10) observaram o efeito da granulometria sobre a uniformidade de distribuição, observando que os grânulos maiores são lançados a maior distância do que os menores, podendo acarretar uma distribuição irregular ao se trabalhar com mistura de grânulos com granulometria diferentes.

CUNNINGHAM (6) através de equações teóricas de três configurações básicas de disco e aletas, estimam a velocidade de partida do fertilizante e a locação angular dos pontos de distribuição. Segundo CUNNINGHAM & CHAO (7) a angulação da aleta influenciou de modo significativo a velocidade imposta ao fertilizante. BERNACKI et alii (3) obtiveram os melhores resultados com aletas colocadas alternadamente em ângulos de -20° e 0° . Quando as aletas foram posicionadas alternadamente, o aumento no ângulo negativo de colocação diminuiu a largura de trabalho do distribuidor. Por outro lado, o aumento no ângulo positivo afeta a qualidade de distribuição. DAVIS & RICE (8) demonstraram que fertilizante e sementes de trigo podem ser lançadas simultaneamente.

SILVA (14), após testes com disco plano, recomendou realizar testes com disco cônico visando a melhoria na uniformidade de distribuição e aumento na largura de trabalho.

Conforme BERNACKI et alii (3), os distribuidores centrífugos são largamente utilizados por apresentarem economia de operação, facilidade de manutenção e alta capacidade operacional, embora apresentem uma desuniformidade na aplicação de mais ou menos 20%. As máquinas atuais possibilitam regulagens, mas o efeito dos vários ajustes não são bem conhecidos, sendo mais importantes a utilização de discos específicos, por apresentarem melhor uniformidade e dispensar maiores regulagens.

A ASAE (1) estabeleceu um método de terminação e apresentação dos dados de desempenho de distribuidores para aplicar fertilizantes. A ISO (11) apresenta norma internacional (ISO, DIS 5960) que especifica o me-

todo de ensaio para máquinas de distribuição a lanço para uma velocidade de deslocamento do equipamento constante.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Para tracionar o distribuidor centrífugo de disco de arrasto, foi usado um trator marca Valmet, modelo 86 id com motor MWM de 80 CV a 2300 RPM. O distribuidor usado tem capacidade volumétrica de 2 m³, acionamento do disco distribuidor em sentido horário através da tomada de potência do trator a 540 RPM, sistema de alimentação das sementes de arroz sobre o disco feito com uma esteira de aço acionada por uma das rodas de terra. O distribuidor foi projetado para semear arroz, distribuir calcário e fertilizantes granulados, trabalhando com um disco distribuidor a uma altura do solo de 0,57 m. A velocidade de deslocamento do trator-distribuidor foi de aproximadamente 7,2 km/h.

Para comparar o desempenho do melhor disco, também foi testado um distribuidor centrífugo de disco comercial, marca LELY, modelo H, com acionamento do disco pela tomada de potência a 540 RPM, sistema de engate em três pontos, com um disco de 0,82 m de diâmetro usando seis aletas curvas, retardadas em cerca de 24°. A altura do disco distribuidor ao solo foi fixada em 0,57 m.

Os testes foram realizados em um galpão do Parque de Exposições da Universidade Federal de Santa Maria, RS. O galpão, medindo 15 x 40 m, com piso de concreto, elimina a influência do vento e irregularidades no terreno, fundamentais para a comparação de desempenho entre diferentes tipos de discos.

Foi escolhida a variedade de arroz BR IRGA 409 por ser uma das mais cultivadas no Rio Grande do Sul. Os grãos em casca tem uma largura de 3 mm, espessura de 1,5 mm e comprimento de 10 mm, sendo considerados da classe tipo longo. O poder germinativo das sementes foi de 82%. O teor de umidade médio das sementes foi de 16% (determinado em estufa a 105° por 24 horas) e o peso de 1.000 sementes foi de 26 gramas.

Dois tipos de disco (plano e cônico) e três tipos de aletas (reta, curva e elevada) foram usadas nos testes de desempenho. Foi usado um tronco de cone na parte central de ambos os discos para posicionamento uniforme das sementes sobre o disco. Ambos os discos tem um diâmetro de 0,59 m. As aletas tem um comprimento de 0,18 m. A concavidade do disco cônico é de 15°. As Figuras 1 e 2 mostram os discos plano e cônico, respectivamente. A Figura 3 mostra os três formatos de aletas,

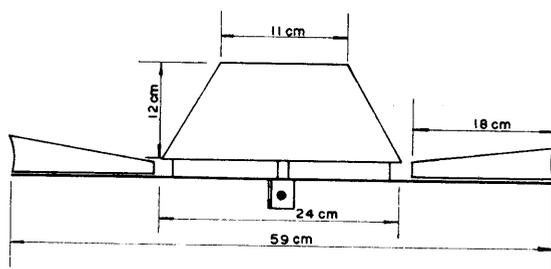


FIGURA 1. Disco plano com aletas elevadas e tronco de cone para a distribuição centrífuga de sementes de arroz.

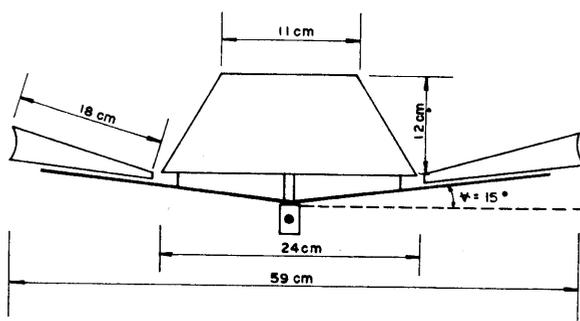


FIGURA 2. Disco cônico com aletas elevadas e tronco de cone para a distribuição centrífuga de sementes de arroz.

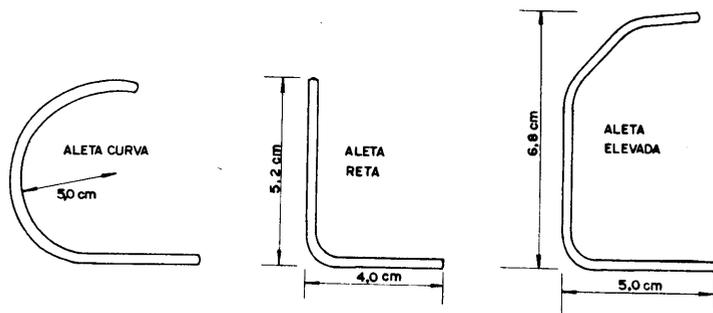


FIGURA 3. Formato das aletas usadas nos testes de distribuição centrífuga de sementes de arroz.

bem como suas dimensões aproximadas.

Nos testes de distribuição transversal e longitudinal foram utilizados coletores medindo 20 cm x 20 cm x 5 cm. Foram utilizadas faixas de carpete com o objetivo de diminuir o ricochete dos grãos de arroz sobre o concreto, simulando a superfície do terreno para a posterior determinação do espaço vital (menor espaço entre sementes). Sacos plásticos com capacidade para um litro foram utilizados para colocar as sementes a serem pesadas por uma balança de precisão centesimal, marca PROCYON, modelo PY 800. Foram utilizadas transparências para marcar a posição das sementes em amostras com uma superfície de 400 cm² (20 cm x 20 cm).

Métodos

Nos testes de distribuição longitudinal 120 coletores foram dispostos em duas fileiras no sentido transversal ao deslocamento do trator. O trator em 3ª marcha reduzida com 1750 RPM no motor permitiu uma velocidade aproximada de 7,2 km/h e mais ou menos 540 RPM na tomada de potência. Cada teste correspondeu a duas passagens de máquinas, tendo-se assim uma passada para o lado direito; outra para o lado esquerdo, uma vez que o galpão tinha somente 15 m de largura. Durante o lançamento as sementes podem atingir até 10 metros de distância a partir do centro da distribuição. Um mecanismo composto de 12 coletores foi acionado manualmente após a passagem dos pneus do distribuidor, para obter amostras de todo o perfil transversal. O conjunto de quatro coletores foi chamado de bandeja, tendo-se assim uma área semeada de 0,16 m² (0,40 m x 0,40 m). As sementes de cada bandeja foram coletadas, embaladas em sacos plásticos e posteriormente pesadas. Os parâmetros avaliados nos testes de distribuição transversal foram: a) largura de trabalho total e útil; b) coeficiente de variação após a operação de sobreposição entre passadas sucessivas; c) simetria de distribuição (coeficiente obtido pela divisão da largura de trabalho útil do lado direito sobre a do lado esquerdo); d) espaço vital entre as sementes (medição do menor espaço entre cada semente contida em um quadrado de 0,20 m de lado, denominado amostra; as amostras foram tiradas de metro em metro a partir do centro da distribuição transversal; e, e) danos mecânicos às sementes através do teste de germinação em laboratório.

Nos testes de distribuição longitudinal 120 coletores foram dispostos em duas fileiras, no sentido longitudinal e no centro de deslocamento do conjunto trator-distribuidor. Cada quatro coletores, dois de

cada fileira, compôs uma bandêja. O coeficiente de variação da distribuição foi usado como forma de avaliar a uniformidade de semeadura.

Com os valores obtidos em cada teste foi simulada a operação de sobreposição de passadas sucessivas, onde a extremidade direita do perfil foi sobreposta sobre a extremidade direita e a esquerda sobre a esquerda; indicando o sistema de trabalho alternado (vaivém). No sistema de trabalho perimétrico o lado direito é sobreposto pelo lado esquerdo e vice-versa. Os valores obtidos antes e após a operação de sobreposição foram usados para a confecção de gráficos onde são apresentados a largura de trabalho (m) no eixo dos x e os percentuais da aplicação máxima no eixo dos y .

O desempenho operacional do distribuidor centrífugo testado foi determinado, baseando-se na eficiência de campo de distribuidores, e peso específico do arroz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o desempenho dos discos plano e cônico com aletas adiantadas 37° , na distribuição centrífuga de sementes de arroz. O disco cônico apresentou maior largura de trabalho total (Figura 4) e útil (Tabela 1) do que o disco plano; nas mesmas condições o disco cônico também apresentou maior simetria e uniformidade de distribuição. Usando disco cônico e deposição central do material, a aleta curva foi a que apresentou melhor desempenho com relação aos três parâmetros analisados na Tabela 1. A Figura 5 compara o perfil de distribuição com os três tipos de aleta. As aletas curva e reta apresentaram perfis assimétricos para o lado esquerdo, enquanto que a aleta elevada apresentou assimetria para o lado direito. O uso de aletas retas e elevadas resultou na distribuição de uma menor densidade de sementes no centro de distribuição.

A Figura 6 apresenta o perfil de distribuição antes e após a sobreposição, indicando a largura de trabalho total e útil. O melhor desempenho quanto a uniformidade de distribuição, largura de trabalho útil e simetria de distribuição foi obtido quando as seis aletas curvas foram posicionadas adiantadas em 30° em relação a posição radial. A simetria de distribuição pode ser obtida pela variação do ângulo das aletas sobre o disco.

A Tabela 2 apresenta o desempenho comparativo entre o distribuidor centrífugo equipado com disco cônico e um distribuidor comercial. O desempenho do distribuidor com disco cônico foi superior ao desempenho do

distribuidor comercial com relação a largura de trabalho útil e a simetria de distribuição; a uniformidade de distribuição medida pelo coeficiente de variação da distribuição transversal foi semelhante para os dois distribuidores.

TABELA 1. Desempenho dos discos plano e cônico com aletas adiantadas 37° na distribuição centrífuga de sementes de arroz.

Tipo de disco	Tipo de aleta	Largura de trabalho útil (m)	Coeficiente de simetria Larg.lado direito/esquerdo	Coeficiente de variação (%)	Taxa de aplicação (kg/ha)
Plano	elevada	9,6	1,4	27,2	268
	elevada	10,8	1,1	24,7	156
Cônico	curva	12,0	0,8	17,2	159
	reta	11,6	0,7	25,6	150

TABELA 2. Comparação do desempenho entre os distribuidores centrífugos de disco cônico* e comercial.

Distribuidor	Distribuição	Largura de trabalho útil (m)	Coef. de simetria **	Coef. de variação (%)	Taxa de aplicação (kg/ha)
Disco cônico	Transversal	14,2	1,0	17,7	169
	longitudinal			10,0	
Comercial	transversal	11,6	1,1	16,0	97
	longitudinal			21,0	

* disco cônico com aletas curvas adiantadas 30° com relação a posição radial

** obtido pela divisão entre a largura de aplicação do lado direito e a largura do lado esquerdo.

O coeficiente de variação da distribuição longitudinal do distribuidor comercial foi o dobro daquela do distribuidor com disco cônico. A Figura 7 apresenta os perfis de distribuição longitudinal, onde pode

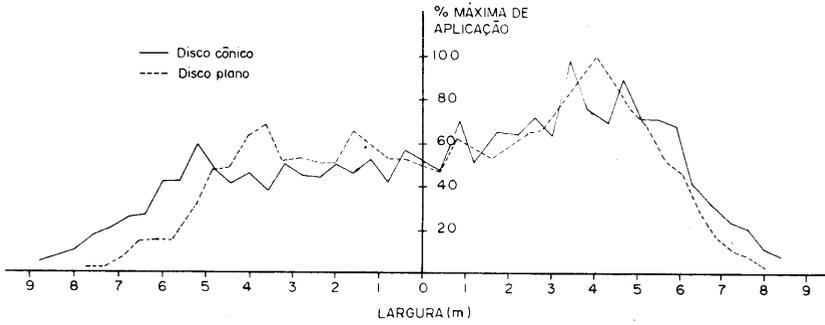


FIGURA 4. Perfis de distribuição transversal, com disco cônico e plano, 6 aletas elevadas adiantadas em 37° , durante a distribuição centrífuga de sementes de arroz.

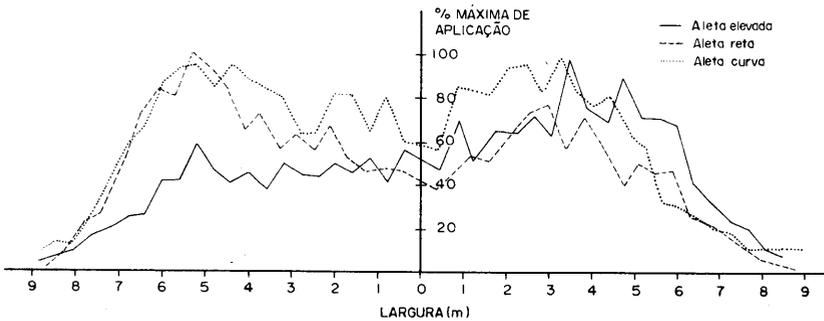


FIGURA 5. Perfis de distribuição transversal com disco cônico e aletas retas, curvas e elevadas, adiantadas em 37° , durante a distribuição centrífuga de sementes de arroz.

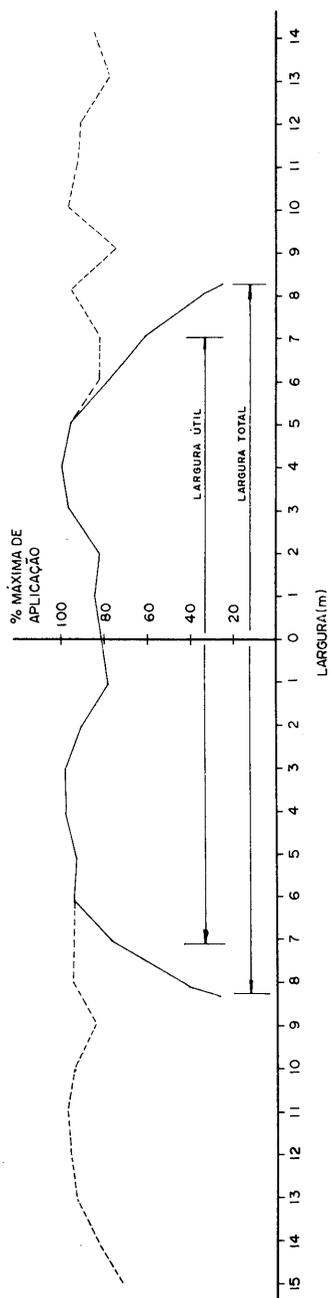


FIGURA 6. Perfil de distribuição transversal antes e após a sobreposição com disco cônico, a letas curvas adiantadas em 30°, na distribuição centrífuga de sementes de arroz.

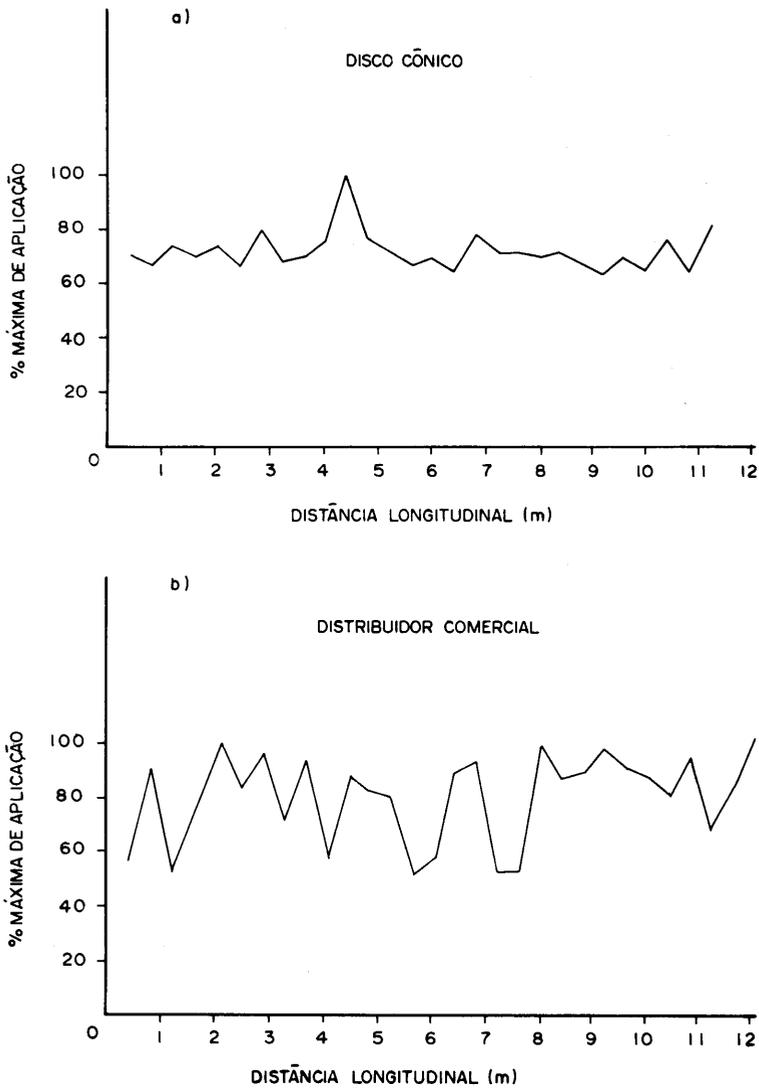


FIGURA 7. Perfil de distribuição longitudinal durante a distribuição centrífuga de sementes de arroz com:

- a) disco cônico com aletas curvas, adiantadas em 30° ;
- b) distribuidor comercial com disco plano e aletas curvas retardadas.

ser observado que o distribuidor comercial apresenta um perfil consistentemente não uniforme no sentido longitudinal da distribuição.

A Tabela 3 apresenta os dados sobre os danos mecânicos provocados pelo distribuidor durante a sementeira a lanço. Através do teste de germinação não houve diferença entre a germinação média das sementes antes e após a distribuição. Os possíveis danos mecânicos em distribuidores centrífugos poderiam ser provocados pelo sistema de alimentação das sementes e pelo impacto das sementes contra a chapa defletora localizada na frente do disco distribuidor.

TABELA 3. Porcentagem de germinação das amostras de arroz retiradas da parte central e lateral após serem lançadas pelo distribuidor centrífugo de disco cônico.

Repetição	Local da amostragem	Germinação (%)	
		Sementes distribuídas pelo disco	Sementes não distribuídas (retiradas do depósito do distribuidor)
1	Lateral*	86	84
	Central**	78	-
2	Lateral	80	79
	Central	88	-
3	Lateral	80	-
	Central	79	82
Média	Lateral	82	82
	Central	82	-

* amostras retiradas da lateral direita e esquerda da distribuição

** amostras retiradas da parte central, correspondendo a largura da defletora do distribuidor.

A Tabela 4 apresenta os valores médios e a variação do número de sementes e o menor espaço entre sementes (espaço vital). Houve uma repetibilidade dos resultados nas três repetições. O coeficiente de variação do menor espaço entre sementes (28%) foi levemente superior ao coeficiente de variação do número de sementes por amostra (22%). Se as sementes fossem distribuídas equidistantemente cada uma ocuparia uma

TABELA 4. Valores médios e variação do número e espaço vital de sementes distribuídas por um distribuidor centrífugo de disco cônico.

a Repetição	nº médio de sementes*	CV do número de sementes (%)	Espaço vital médio** (cm)	CV do espaço vital (%)
1	27	24,9	2,6	26,5
2	26	18,5	2,6	21,0
3	26	22,5	2,7	36,5
Média	26	21,9	2,6	28,0

* a área da amostra foi de 0,04 m² (0,2 x 0,2 m).

** menor distância média entre sementes.

área de 15,4 cm² e estariam espaçadas a 3,9 cm umas das outras. Como o teor de umidade das sementes usadas (16%) foi maior do que o teor de umidade que as sementes apresentariam durante a semeadura (13%), menores danos mecânicos poderiam ser esperados. Por outro lado, o endosperma e embrião das sementes de arroz estão mais protegidos, por estarem envolvidos pela casca, quando comparadas com as sementes de outras espécies. O espaço aéreo às vezes existente entre a casca e o pericarpo do arroz pode ter atuado como um amortecedor do impacto das sementes contra a chapa defletora.

O melhor desempenho do distribuidor centrífugo com disco cônico foi obtido com seis aletas curvas, adiantadas em 30° em relação a posição radial. A largura de trabalho útil foi de 14,2m distribuição foi simétrica e uniforme com um coeficiente de variação de 17,7%. A densidade de semeadura foi de 650 sementes por metro quadrado, dando uma taxa de aplicação de 169 kg/ha para uma peso de 1000 sementes de 26 gramas.

O distribuidor centrífugo de disco cônico operando a uma velocidade de 7,2 km/h, com uma eficiência de campo de 65%, apresenta uma capacidade efetiva de 6,8 ha/h. Com um depósito de 2 m³, o distribuidor apresenta uma autonomia de 7 ha, precisando ser recarregado a cada intervalo de tempo de mais ou menos uma hora.

Um problema durante o uso de distribuidores centrífugos é a obtenção de uma sobreposição correta entre passadas sucessivas. A falta de habilidade do operador poderá acarretar a falta ou excesso de sobre-

posição, resultando uma distribuição não uniforme pelo aumento do coeficiente de variação do perfil de distribuição transversal. A taxa de aplicação também será afetada, uma vez que um mesmo fluxo de alimentação será usado para maiores (falta de sobreposição) e menores (excesso de sobreposição) larguras de trabalho útil.

CONCLUSÕES

1. O disco cônico apresentou maior largura de trabalho total e útil que o disco plano. A aleta curva apresentou o melhor desempenho quando comparada com as aletas reta e elevada.

2. O desempenho do distribuidor centrífugo de disco cônico, quanto a largura de trabalho útil e simetria de distribuição, foi superior a um distribuidor comercial. A uniformidade da distribuição transversal foi semelhante para os dois distribuidores. O distribuidor com disco cônico apresentou maior uniformidade (CV de 10%) na distribuição longitudinal do que o distribuidor comercial (CV de 21%).

3. Não houve diferença entre a germinação média das sementes antes e após a distribuição com o distribuidor centrífugo equipado com disco cônico.

4. O distribuidor centrífugo de disco cônico semeou uma média de 650 sementes por metro quadrado, equivalente a 169 kg/ha. O menor espaço médio entre sementes foi de 2,6 cm, sendo que o ideal seria de 3,9 cm para que as sementes ficassem equidistante umas das outras ocupando uma área de 15,4 cm² por semente.

5. O distribuidor centrífugo de disco cônico apresenta uma largura de trabalho útil de 14,2 metros; operando a uma velocidade de 7,2 km/h com uma eficiência de 66%, a capacidade efetiva é de 6,8 ha/h. A autonomia do distribuidor é de 7 ha equivalendo a aproximadamente uma hora de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem ao Banco do Brasil S.A. através do seu Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (FIPPEC) pelo financiamento da pesquisa; à Fundação Jacuí S.A., Cachoeira do Sul (RS) pela cedência do distribuidor centrífugo e pela fabricação dos protótipos de disco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASAE. *Test procedure for dry fertilizer spreaders.* ASAE Standard

- S341.1. St. Joseph, Agricultural Engineering. Yearb. 1982. p. 269-70.
2. BARAÑO, T.V. Sembradoras a voleo. In: BARAÑO, T.V. *Maquinaria agrícola*. Barcelona, Saluat, 1955. p. 172-6.
 3. BERNACKI, H.; HAMAN, J. & KANAFOJSKI, C.Z. *Agricultural machines, Theory and constructions*. Vol. 1, ch. 12. Fertilizer distributors. Poland, USDA/NSF, 1971. p: 576-88.
 4. BIGSBY, F.W. & RAUMMAN, T.U. National approach to broadcast fertilizer spreader design. *Ann. Meet. Soc. Agric. Engineers*. 1969.
 5. CAÑAVATE, J. *Tractores y aperos de labranza y de cultivo. Técnica de la mecanización agraria*. Madrid, Instituto de Investigações Agraria. Ministerio da Agricultura, 1975. p. 245-60.
 6. CUNNINGHAM, F.M. Performance characteristics of bulk spreaders for granular fertilizer. *Trans. ASAE*, 6(2):108-14, 1963.
 7. CUNNINGHAM, F.M. & CHAO, E.Y.S. Design relationships for centrifugal fertilizer distributors. *Trans. ASAE*, 10(1):9-15, 1967.
 8. DAVIS, J.B. & RICE, R.C. Distribution of granular fertilizer and wheat seed by centrifugal distributors. *Trans. ASAE*, 16(5): 867-8, 1973.
 9. DENCKER, C.M. *Manual de técnica agrícola*. Barcelona, Omega, 1966. p. 501-22.
 10. FERNANDEZ, J.G. & GARCIA, L.R. *Máquinas agrícolas*. Barcelona, Marcombo, 1976. 384 p.
 11. ISO. International Standard. *Equipment for distributing fertilizers - Test methods - Part 1: Full width fertilizer distributors*. 5690/1. 1982 (E): Genève, International Standards Organization. 1982. p. 373-380.
 12. KEPNER, R.A.; BAINER, R. & BARGER, E.L. *Principles of farm machinery*. 2. ed. Westport. Avi, 1972. Cap. 12, p. 242-68.
 13. PRODUÇÃO BRASILEIRA DE ARROZ. *Lavoura Arrozeira*. Porto Alegre, 36(340):26-8, Jan/Fev. 1983.
 14. SILVA, P.E.H. da. *Capacidade de trabalho e uniformidade de distribuição de dois distribuidores centrífugos*. Santa Maria, UFSM, 1982. 182 p. (Dissertação de Mestrado):