

XI. ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE SEMEADORAS E/OU ADUBADORAS: TRATAMENTO DE DADOS DE ENSAIOS E REGULARIDADE DE DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES (1)

SÉRGIO AUGUSTO HIROAKI KURAGHI (2), JOÃO AURELIANO DE SOUZA COSTA (3),
JOSÉ AUGUSTO BERNARDI (2,4), JOSÉ LUÍS DUARTE COELHO (2)
e GASTÃO MORAES DA SILVEIRA (3)

RESUMO

Normas, procedimentos de ensaio e trabalhos de pesquisa apontam a regularidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das características operacionais de semeadoras que mais contribuem para a obtenção de um *stand* adequado de plantas e, conseqüentemente, boa produtividade. Dois parâmetros são utilizados para essa avaliação: o coeficiente de variação (CV) das populações de espaçamentos e as porcentagens de ocorrência de espaçamentos aceitáveis ou de sementes "normalmente semeadas". Como tais textos preconizam o emprego de diferentes procedimentos para o cálculo daqueles parâmetros de avaliação, o presente estudo visou aos efeitos dos diferentes tratamentos de dados nos resultados e na sua interpretação. Aplicaram-se tratamentos – DEA, ISO, ABNT e INTA ADAPTADO – às populações de espaçamentos de sementes, resultantes de ensaios de bancada com três tipos de mecanismos dosadores (disco horizontal, disco inclinado e disco vertical com dispositivo pneumático). Para dois deles, observaram-se diferenças expressivas entre os resultados da aplicação dos tratamentos, tanto no tocante aos coeficientes de variação (CV) quanto às ocorrências de espaçamentos definidos como aceitáveis. Dependendo do tratamento, corre-se o risco, num processo de avaliação de desempenho, de aprovar-se um mecanismo que, como máquina, apresenta

(1) Trabalho realizado com apoio financeiro da FINEP e do INMETRO. Recebido para publicação em 16 de dezembro de 1988 e aceito em 3 de julho de 1989.

(2) Pesquisador Científico, Seção de Projetos e Materiais, Divisão de Engenharia Agrícola (DEA), Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 26, 13200 Jundiaí, SP.

(3) Pesquisador Científico, Seção de Máquinas de Movimentação do Solo, DEA/IAC.

(4) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

resultados satisfatórios, sem, no entanto, atender aos requisitos agrônômicos, sua função básica.

Termos de indexação: sementes, espaçamentos e mecanismos dosadores.

1. INTRODUÇÃO

Normas e procedimentos de ensaios de semeadoras - BAINER et al. (1963); COMISIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA (1982); CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RECERCHE (1979); DIVISION OF AGRICULTURAL ENGINEERING (1971); INDIAN STANDARDS INSTITUTION (1973); KURACHI et al. (1986); NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL ENGINEERING (1965) (5, 6), pela obrigatoriedade de execução de certos ensaios, ressaltam a importância de determinadas características operacionais de semeadoras.

A abordagem feita em trabalhos de pesquisa - BAINER (1943); BUTIERRES (1978); COSTA et al. (1984); MOREIRA et al. (1978); RAZERA (1979); WANJURA & HUDSPETH (1968, 1969) e WARD (1981) - confirma a importância, na avaliação de semeadoras, de características como vazão/razão de distribuição, regularidade de distribuição longitudinal e transversal e danificação das sementes.

Para avaliação da regularidade de distribuição longitudinal das semeadoras e semeadoras-adubadoras de precisão (7), utilizam-se dois parâmetros básicos: o coeficiente de variação (CV) das populações de espaçamentos e a porcentagem de espaçamentos entre sementes em determinada faixa contendo certo número de classes de frequência.

Textos de normas (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1983a,b) e, mais recentemente, métodos internos definidos pelo Laboratório de Ensaios de Semeadoras e de Adubadoras da Seção de Projetos e Materiais, da Divisão de Engenharia Agrícola na execução do projeto Avaliação Tecnológica de Semeadoras e/ou Adubadoras - Convênios DEA/IAC/FINEP (KURACHI, 1984) e DEA/IAC/INMETRO) tratam diferentemente os dados de ensaios de regularidade de distribuição longitudinal de sementes.

O tratamento diferenciado adotado pela Divisão de Engenharia Agrícola constitui um aprimoramento do método proposto no Código de Avaliação de

(5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Semeadora de fluxo contínuo em linha: ensaio de laboratório - método de ensaio*. Projeto 12:02.06.003. 13p.

(6) ABNT. *Semeadora de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio*. Projeto 12:02.06.004. 16p.

(7) *Semeadora de precisão - máquina agrícola que distribui sementes em linha, uma a uma ou em grupos, dentro de sulcos, a intervalos regulares, segundo dosagem preestabelecida*.

Semeadoras e/ou Adubadoras (KURACHI et al., 1986) e das normas técnicas acima citadas.

No sentido de se dar maior respaldo técnico à adoção definitiva desse método, realizou-se o presente estudo, no qual são investigados os efeitos de diferentes tratamentos de dados de regularidade de distribuição longitudinal de sementes, sendo também apresentada a análise, os resultados obtidos e sua interpretação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas populações de 250 espaçamentos entre sementes, obtidas em laboratório, com espécimes representativos de semeadoras-adubadoras fabricadas no País, de acordo com a programação de atividades do Projeto Avaliação Tecnológica de Semeadoras e/ou Adubadoras Comercializadas no Brasil - 1ª e 2ª fase (Convênio DEA/IAC/FINEP) e 3ª fase (Convênio DEA/IAC/INMETRO).

Nesses ensaios, um dos mecanismos dosadores da máquina é sorteado e avaliado. Se eles possuem acionamento independente e fazem parte de unidades de *semeadura individualizadas*, são removidos da máquina e montados, um por vez, em posição fixa, numa bancada de ensaios, sobre uma esteira rolante sem fim, coberta por uma camada de graxa, onde são depositadas as sementes. Se fizerem parte de unidades de *semeadura individuais*, que são acionadas de modo conjugado, a máquina à qual pertencem é montada completa sobre a esteira rolante. Em ambos os casos, são simuladas diversas condições de operação no campo.

Entre os fatores que podem afetar o desempenho das semeadoras ou das semeadoras-adubadoras, em ensaios de laboratório, são considerados obrigatoriamente os seguintes: nível de sementes no reservatório; velocidades simuladas de deslocamento; velocidade de operação do mecanismo dosador; regulagens básicas do mecanismo (dosagem) e posições do mesmo ou do equipamento ensaiado em relação ao solo.

Os dados processados e analisados no presente trabalho foram obtidos de acordo com o seguinte procedimento: para cada regulagem básica do mecanismo dosador, o nível de sementes e a velocidade simulada de deslocamento/velocidade de operação do mecanismo foram variados, mantendo-se o mecanismo dosador ou o espécime ensaiado em posição nivelada. Cada uma das condições de ensaio resultante da combinação aleatória desses fatores foi repetida no mínimo quatro vezes.

Dependendo das recomendações do fabricante da máquina, trabalhou-se com mais de uma regulagem básica, atendendo ao critério de que ela seria a recomendada agronomicamente ou a mais próxima dela.

As velocidades simuladas de deslocamento foram: 2,5, 4,0, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0 e 10,0 km/h, e os reservatórios de sementes, preenchidos ao nível de 1/4 e a plena capacidade.

Para processamento dos dados, foi desenvolvido um programa, em linguagem BASIC, para microcomputadores compatíveis com a linha APPLE americana, que permite seu tratamento simultâneo e diferenciado.

Numa primeira etapa do estudo, investigou-se o efeito do tratamento, segundo critérios preconizados pelos textos de normas de ensaios da INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (1983a,b), Associação Brasileira de Normas Técnicas (5, 6 p.352) e também do método adotado experimentalmente pela Divisão de Engenharia Agrícola/Laboratório de Ensaios de Semeadoras e de Adubadoras/Seção de Projetos e Materiais.

Pelo texto ISO, as populações de espaçamento são distribuídas em classes de frequência, com amplitude de 0,1 XREF, onde XREF corresponde ao espaçamento teórico de cada máquina, obtido por cálculo ou indicado pelo fabricante. Os coeficientes de variação (CV) são calculados sobre os espaçamentos contidos no intervalo de 10,5 a 1,5 XREF).

A porcentagem de ocorrências nesse intervalo, que representa parte da população de espaçamentos analisada, é considerada como de sementes *normalmente* semeadas ou com espaçamentos *normais* – *aceitáveis*, do ponto de vista da DEA.

Esse tratamento, aliado ao termo utilizado no texto da norma ISO para designar a faixa de sementes “normally sown”, sugere que seus autores se basearam no conceito estatístico de distribuição normal, na qual 68% dos elementos de uma população estão contidos no intervalo $(x-s$ e $x+s)$, para estabelecer os limites das faixas de classes de frequência, correspondentes a *duplos*, termo que caracteriza a ocorrência de espaçamentos menores do que 0,5 XREF; *normais* (aceitáveis), termo que caracteriza a ocorrência de espaçamentos dentro dos limites 10,5 a 1,5 XREF) e *falhas*, termo que caracteriza a ocorrência de espaçamentos maiores do que 1,5 XREF.

Pelo texto ABNT, cada população é distribuída de modo semelhante, porém os coeficientes de variação (CV) são calculados sobre toda a população e as porcentagens de espaçamentos *normais*, determinadas no mesmo intervalo de 10,5 a 1,5 XREF.

Segundo o critério definido pela DEA, as populações são distribuídas em classes de frequência de maneira semelhante às anteriores, com amplitude de 0,1 XREF, porém o valor de XREF é o recomendado agronomicamente para a espécie de planta cujas sementes são utilizadas na execução dos ensaios. Os coeficientes de variação (CV) são calculados sobre toda a população de espaçamentos.

Com relação a esse último critério, o valor do XREF deve ser mantido constante por duas razões:

a) Na avaliação do desempenho de máquinas agrícolas, entende-se que deve prevalecer o enfoque segundo o qual o trabalho produzido por elas deve atender às necessidades agrônômicas. Isso pode ser bem caracterizado no caso de uma semeadora hipotética, cuja regularidade de distribuição fosse perfeita ($CV = 0$), mas que depositasse as sementes a intervalos totalmente discrepantes dos valores agronomicamente recomendados. Ela seria perfeita como máquina, porém praticamente inútil quanto ao fim a que se destina.

b) O espaçamento referência teórico (XREF teórico), dependendo das opções oferecidas pelo fabricante em termos de regulagens básicas do mecanismo dosador (discos com diferentes números de furos/células para sementes, furos/células de diferentes diâmetros/tamanhos que comportem mais de uma semente, relações de transmissão diferentes da roda motora para o mecanismo dosador) pode assumir valores diferentes para uma mesma máquina, quase sempre variáveis de uma semeadora para outra, tornando impossível a comparação de populações de espaçamentos distribuídos em intervalos com amplitudes desiguais.

Com relação ao coeficiente de variação (CV), o seu cálculo, levando-se em conta apenas parte da população, estará sempre sujeito à crítica pela razão óbvia de não refletir a variação total da amostra analisada.

Nos ensaios, cujos dados são apresentados neste trabalho, utilizaram-se sementes de milho, cujo espaçamento referência (XREF) é de 12,5cm, considerando-se a recomendação agrônômica média de oito sementes por metro linear (MIRANDA et al., 1987).

Os três tratamentos descritos foram aplicados a condições de ensaio aleatoriamente sorteadas, referentes a semeadoras-adubadoras representativas de diferentes tipos de mecanismos dosadores: disco horizontal, disco inclinado e disco vertical pneumático, com pressão positiva de ar.

Nos boletins de ensaios provenientes do INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA (1982, 1983 e 1984), os dados são tratados em função da média da população de espaçamentos – mesma restrição que para o valor XREF teórico – também o processamento de dados, com XREF igual ao valor médio dos espaçamentos obtidos em cada condição de ensaio analisada foi aplicado, constituindo esse tratamento uma variação ou adaptação daquele às condições gerais deste estudo.

Posteriormente, como consequência direta, foi também incorporada uma análise dos resultados com modificação da amplitude da faixa, designada "aceitáveis" no tratamento DEA. Essa faixa, cujo intervalo era $10,5$ a $1,5$ XREF), passou a ser $10,8$ a $1,2$ XREF).

Nas porcentagens de espaçamentos aceitáveis, notam-se diferenças expressivas entre o tratamento DEA e os demais, no caso do mecanismo dosador tipo disco horizontal. Aquele tratamento apresentou valores de cerca de metade (em torno de 31,1%) dos revelados pelos outros três, muito próximos entre si (em torno de 64,75%), em razão dos valores dos seus espaçamentos referência 21,7cm (ISO e ABNT XREF = espaçamento teórico/calculado) e 22,6cm (INTA adaptado), XREF = espaçamento médio obtido durante os ensaios em contraposição aos 12,5cm (DEA, XREF = espaçamento agronomicamente recomendado para o milho). As variações observadas em função das condições de ensaio foram pequenas.

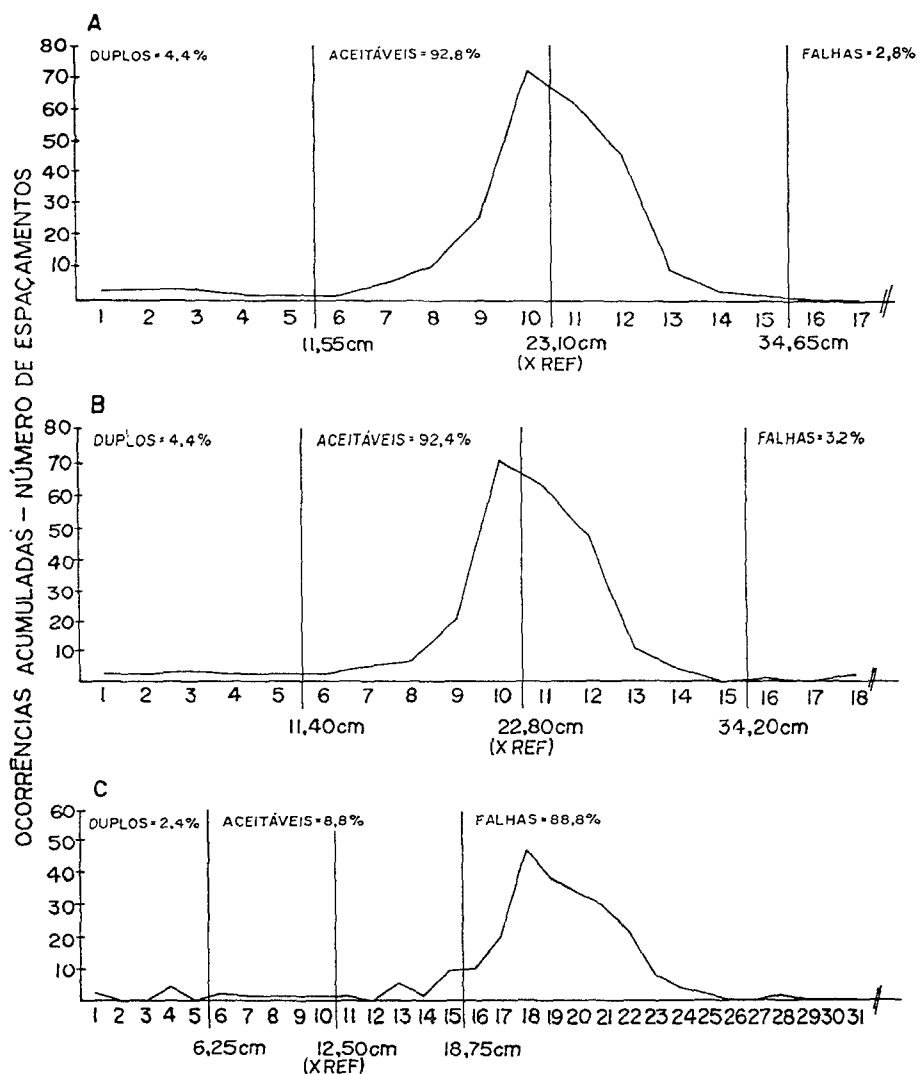
Quanto ao mecanismo dosador do tipo disco inclinado, os quatro tratamentos geraram porcentagens de espaçamentos aceitáveis, com pequenas variações entre si. No tipo vertical pneumático, com pressão positiva de ar, isso se repetiu para três das condições de ensaio, observando-se, no entanto, na velocidade de 8km/h e regulagem básica do mecanismo dosador de mais ou menos 4,4 sementes por metro linear, um resultado bastante diferenciado dos demais no tratamento DEA. Os espaçamentos aceitáveis, em torno de 80–90%, caíram de maneira drástica para 8,8%, mostrando de maneira bastante clara a influência da regulagem básica, gerando índice muito abaixo do recomendado agronomicamente.

Ainda com relação a essa condição, nos demais tratamentos, os espaçamentos aceitáveis sofreram também uma variação brusca, passando de 8,8% (tratamento DEA) para aproximadamente 92% (tratamentos ABNT, ISO e INTA adaptado).

As mesmas tendências podem ser observadas de modo mais acentuado no quadro 2, onde se encontram os resultados da redução da largura da faixa de espaçamentos aceitáveis para os limites 10,8 a 1,2 XREF), com base também em recomendação agrônômica.

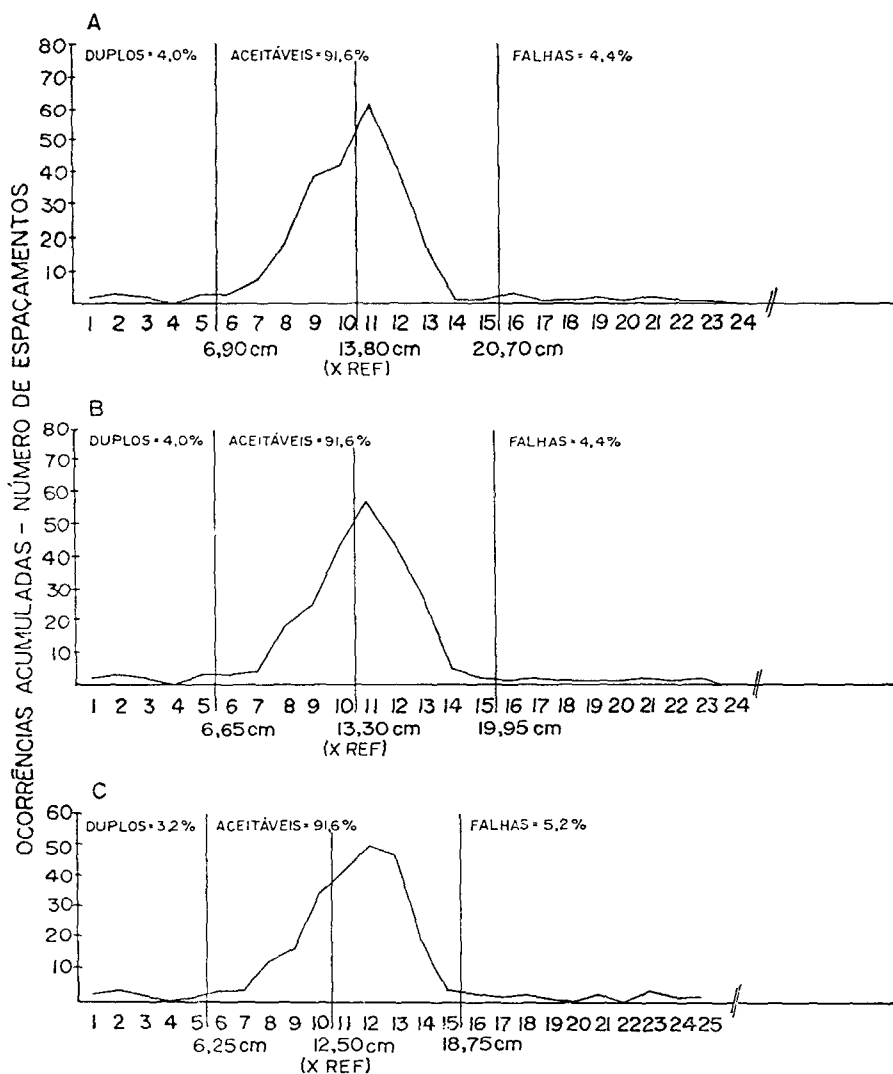
Essas diferenças e semelhanças, em cada caso, podem ser explicadas por diferenças e semelhanças entre os valores dos espaçamentos-referência (XREF) utilizados, que ampliaram ou reduziram as amplitudes das classes de frequência e das faixas de espaçamentos aceitáveis e por populações com distribuições deslocadas lateralmente ao valor fixo de XREF = 12,5cm (tratamento DEA). É o caso do mecanismo pneumático, conforme evidenciado na figura 1. A figura 2 mostra polígonos de frequência obtidos dos quatro tratamentos aplicados, cujos valores de espaçamentos-referência não diferiram muito entre si.

As razões para essa investigação dizem respeito ao aspecto básico de adequação da máquina às recomendações agrônômicas. Neste sentido, a população de plantas, na colheita, recomendada pelo Instituto Agrônômico (MIRANDA et al., 1987) é de 50.000 a 60.000 plantas por hectare. Informações obtidas junto à



CLASSES E FAIXAS DE FREQUÊNCIA

FIGURA 1. Distribuição de espaçamentos de sementes de milho com classes e faixas determinadas, considerando-se diferentes espaçamentos-referência (XREF) da mesma população: A: Tratamento INTA adaptado - XREF (espaçamento médio) = 23,10cm; intervalo de classe: 2,31cm; CV (toda a população) = 26,6%; B: Tratamentos ISO e ABNT - XREF (espaçamento teórico) = 22,80cm; intervalo de classe: 2,28cm; CV (parte da população) = 13,2% (ISO); CV (toda a população) = 26,6% (ABNT); C: tratamento DEA-XREF (espaçamento agrônomo) = 12,50cm; intervalo de classe = 1,25cm; CV (toda a população) = 26,6%.



CLASSES E FAIXAS DE FREQUÊNCIA

FIGURA 2. Distribuição de espaçamentos de sementes de milho com classes e faixas determinadas, considerando-se diferentes espaçamentos-referência (XREF) de uma mesma população. A: Tratamento INTA adaptado - XREF (espaçamento médio) = 13,80cm; intervalo de classe = 1,38cm; CV (toda a população) = 29,0%; B: Tratamentos ISO e ABNT-XREF (espaçamento teórico) = 13,30cm; intervalo de classe = 1,33cm; CV (parte da população) = 19,3% (ISO); CV (toda a população) = 29,0% (ABNT); C: Tratamento DEA-XREF (espaçamento agrônomico) = 12,50cm; intervalo de classe = 1,25cm; CV (toda a população) = 29,0%.

Seção de Milho e Cereais Diversos/IAC asseguram que resultados do Ensaio Nacional de Milho confirmam a necessidade da deposição de oito a nove sementes por metro linear para a obtenção da população final de plantas citada.

Considerando-se os limites do intervalo (0,5 a 1,5 XREF) da faixa de espaçamentos aceitáveis, com XREF = 12,50cm, a eles corresponderiam aproximadamente 16 sementes por metro linear no limite inferior e de 5,3 no superior, com populações esperadas de 53.333 e 160.000 plantas por hectare em linhas espaçadas de 100cm (1m). Conforme a concentração da distribuição se situe mais próximo do limite inferior ou do superior, pode-se ter sementes em excesso ou em falta, não levando em conta valores diferentes do espaçamentos-referência (XREF teórico ou médio), que fariam com que aqueles limites tivessem também alterados os seus valores. Populações com as distribuições mais variadas poderiam ser consideradas normais ou aceitáveis.

Para minimizar esse problema, procurou-se estabelecer uma faixa cujos limites se enquadrassem melhor às recomendações agrônômicas. O intervalo então definido foi o de (0,8 a 1,2 XREF), correspondendo a 66.666 e a 100.000 sementes por hectare, o que cobre com certa folga a recomendação de 50.000 a 60.000 plantas por hectare no caso de XREF = 12,50cm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 encontram-se os resultados da aplicação dos diferentes tratamentos aos dados de regularidade de distribuição longitudinal: os coeficientes de variação (CV) e as porcentagens de espaçamentos aceitáveis foram calculados como descrito no método com a faixa de aceitáveis compreendida entre os limites de 0,5 a 1,5 XREF).

Os coeficientes de variação (CV), quando calculados sobre toda a população da amostra de espaçamentos analisada – tratamentos DEA, ABNT e INTA adaptado – foram aproximadamente o dobro daqueles obtidos sobre parte da população apenas – tratamento ISO.

No contexto do objetivo básico do trabalho, de investigar o efeito de diferentes tratamentos aplicados a dados de ensaios de regularidade de distribuição longitudinal, os resultados dos quadros 1 e 2, tanto no tocante aos valores de coeficientes de variação (CV) como aos de porcentagens de espaçamentos aceitáveis, evidenciam a existência desses efeitos e seu grau, em dois mecanismos dosadores.

Também com relação ao objetivo secundário, de dar maior respaldo técnico ao método adotado pelo Laboratório de Ensaio de Semeadoras e de Adubadoras/Seção de Projetos e Materiais da Divisão de Engenharia Agrícola, os resultados evidenciam o acerto da escolha, calcada no princípio de que a

QUADRO 1. Porcentagens de espaçamentos aceitáveis na faixa de classes de frequência de 0,5 a 1,5 XREF) e coeficientes de variação de populações de sementes de milho híbrido, resultantes de tratamentos de dados de ensaio de regularidade de distribuição longitudinal de semeadoras de precisão, segundo métodos DEA, ABNT, ISO e INTA adaptado

Espécime ensaiado	Condição de ensaio		Método - Tratamento													
	Tipo de mecanismo dosador	Nível de sementes no reservatório	Velocidade de deslocamento	Regulagem básica	1 DEA (1)			2 ABNT (2)			3. ISO (3)			4. INTA adaptado (4)		
					CV	Espaçamentos aceitáveis	%	CV	Espaçamentos aceitáveis	%	CV	Espaçamentos aceitáveis	%	CV	Espaçamentos aceitáveis	%
			km/h	sementes/m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Disco horizontal.	1/4		4,0	4,6	52,1	34,4	52,1	72,4	23,5	72,4	23,5	72,4	52,1	71,2		
9 furos, diâmetro do furo = 13,40mm	1/4		8,0	4,6	58,0	32,4	58,0	61,6	26,0	61,6	26,0	61,6	58,0	61,2		
	1/4		10,0	4,6	61,4	29,2	61,4	53,6	28,0	53,6	28,0	53,6	61,4	59,2		
	1/1		4,0	4,6	54,4	28,4	54,4	71,6	26,3	71,6	26,3	71,6	54,4	67,2		
				Média	56,5	31,1	56,5	64,8	26,0	64,8	26,0	64,8	56,5	64,7		
Disco inclinado, 26 furos, diâmetro do furo = 9/16"	1/4		4,0	5,8	65,3	59,2	65,3	52,8	23,8	52,8	23,8	52,8	65,3	55,2		
	1/4		8,0	5,8	54,9	56,8	54,9	65,2	25,6	65,2	25,6	65,2	54,9	60,8		
	1/1		8,0	5,8	67,4	57,2	67,4	56,8	26,4	56,8	26,4	56,8	67,4	56,4		
	1/1		10,0	5,8	55,4	64,8	55,4	64,4	25,8	64,4	25,8	64,4	55,4	62,8		
				Média	60,8	59,5	60,8	59,8	25,4	59,8	25,4	59,8	60,8	56,8		
Disco vertical pneumático, 24 células	1/4		5,0	11,9	40,6	80,4	40,6	78,0	24,9	78,0	24,9	78,0	40,6	82,4		
	1/1		6,0	9,2	30,2	92,4	30,2	91,6	18,8	91,6	18,8	91,6	30,2	92,0		
	1/1		7,0	7,5	29,0	91,6	29,0	91,6	16,3	91,6	16,3	91,6	29,0	91,6		
	1/1		8,0	4,4	26,6	8,8	26,6	92,4	13,2	92,4	13,2	92,4	26,6	92,8		
				Média	31,6	68,3	31,6	88,4	18,3	88,4	18,3	88,4	31,6	89,7		

(1) DEA (Divisão de Engenharia Agrícola-IAC/Jundiaí) - XREF = 12,50cm, espaçamento agronomicamente recomendado, resultando espaçamentos limites de faixa de 6,25 e 18,75cm, para todos os espécimes ensaiados.

(2) ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas/São Paulo) - XREF = 21,70cm (disco horizontal); 17,20cm (disco inclinado) e 8,40, 10,90, 13,30 e 22,80cm (disco vertical pneumático). Neste caso os XREFs são teóricos calculados, resultando em espaçamentos limites de faixa de 10,85 e 32,55cm (disco horizontal); 8,60 e 25,80cm (disco inclinado) e 4,20 e 12,80cm; 5,45 e 16,35cm; 6,65 e 19,95cm; 11,40 e 34,20cm (disco vertical pneumático).

(3) ISO (International Organization for Standardization/Geneve) - XREFs considerados são os mesmos teóricos calculados do processamento ABNT, e os espaçamentos limites de faixa também iguais.

(4) INTA adaptado (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária/Castelhar) - XREF = 22,60cm (disco horizontal); 13,70cm (disco inclinado) e 9,30, 11,60cm; 13,80 e 23,10cm (disco vertical pneumático). Neste caso, os XREFs são os espaçamentos médios obtidos durante a execução dos ensaios, resultando em espaçamentos limites de faixa de 11,30 e 33,90cm (disco horizontal); 6,85 e 20,55cm (disco inclinado) e 4,56cm e 13,95cm; 5,80 e 17,40cm; 6,90 e 20,70cm; 11,55 e 34,55cm (disco vertical pneumático).

QUADRO 2. Porcentagens de espaçamentos aceitáveis na faixa de classes de frequência de [0,8 a 1,2 XREF] e coeficientes de variação de populações de sementes de milho híbrido, resultantes de tratamentos de dados de ensaio de regularidade de distribuição longitudinal de semeadoras de precisão, segundo métodos DEA, ABNT, ISO e INTA adaptado

Espécime ensaiado	Condição de ensaio		Método - Tratamento											
	Nível de sementes no reservatório	Velocidade de deslocamento	1. DEA (1)		2. ABNT (2)		3. ISO (3)		4. INTA adaptado (4)					
			CV	Espaçamentos aceitáveis	CV	Espaçamentos aceitáveis	CV	Espaçamentos aceitáveis	CV	Espaçamentos aceitáveis				
	km/h	sementes/m	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Disco horizontal, 9 furos, diâmetro do furo = 13,40mm	1/4	4,0	4,6	52,1	9,2	38,4	10,1	38,4	52,1	34,0				
	1/4	8,0	4,6	58,0	11,6	30,0	10,6	30,0	58,0	30,0				
	1/4	10,0	4,6	61,4	13,6	24,4	9,9	24,4	61,4	26,4				
	1/1	4,0	4,6	54,4	10,0	30,8	11,1	30,8	54,4	28,0				
			Média	56,5	11,1	30,9	10,4	30,9	56,5	29,6				
Disco inclinado, 26 furos, diâmetro do furo = 9/16"	1/4	4,0	5,8	65,3	21,6	27,2	11,2	27,2	65,3	20,4				
	1/4	8,0	5,8	54,9	34,8	34,8	11,9	34,8	54,9	25,2				
	1/1	8,0	5,8	67,4	22,8	27,6	10,4	27,6	67,4	23,2				
	1/1	10,0	5,8	55,4	24,4	28,8	9,5	28,8	55,4	25,6				
			Média	60,1	25,9	29,6	10,8	29,6	60,1	23,6				
Disco vertical pneumático, 24 células	1/4	5,0	11,9	40,6	30,8	40,0	10,3	40,0	40,6	41,2				
	1/1	6,0	9,2	30,2	64,0	58,8	10,5	58,8	30,2	63,6				
	1/1	7,0	7,5	29,0	56,8	29,0	9,8	29,0	29,0	72,8				
	1/1	8,0	4,4	26,7	1,2	26,7	9,3	26,7	1,2	26,7				
			Média	31,6	38,2	61,8	10,0	61,8	31,6	64,7				

(1) DEA (Divisão de Engenharia Agrícola-IAC/Jundiaí) - XREF = 12,50cm, espaçamento agronomicamente recomendado, resultando em espaçamentos limites de faixa de 10,0 a 15,0cm, para todos os espécimes ensaiados.

(2) ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas/São Paulo) - XREF = 21,70cm (disco horizontal); 17,20cm (disco inclinado) e 8,40, 10,90, 13,30 e 22,80cm (disco vertical pneumático). Neste caso os XREFs são teóricos calculados, resultando em espaçamentos limites de faixa de 17,36 e 26,04cm (disco horizontal); 13,76 e 20,64cm (disco inclinado) e 6,72 e 10,08cm; 8,72 e 13,08cm, 10,64 e 15,96cm, e 18,24 e 27,36cm (disco vertical pneumático).

(3) ISO (International Organization for Standardization/Geneve) - XREFs considerados são os mesmos teóricos calculados do processamento ABNT, e os espaçamentos limites de faixa também iguais.

(4) INTA adaptado (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária/Castellar) - XREF = 22,60cm (disco horizontal); 13,70cm (disco inclinado) e 9,30, 11,60cm; 13,80 e 23,10cm (disco vertical pneumático). Neste caso, os XREFs são os espaçamentos médios obtidos durante a execução dos ensaios, resultando em espaçamentos limites de faixa de 18,08 e 27,12cm (disco horizontal); 10,96 e 24,66cm (disco inclinado) e 7,44 e 11,16cm, 9,28 e 13,91cm; 11,04 e 16,56cm, 18,48 e 27,72cm (disco vertical pneumático).

máquina deve ser avaliada do ponto de vista da finalidade a que se destina e não como máquina apenas. Esse aspecto pode ser bem configurado no quadro 2, se se compararem os coeficientes de variação nos tratamentos DEA e ISO, respectivamente 50-60% e 10%, e aceitáveis, em torno de 10% (tratamento DEA) e de algo em torno de 30% (tratamento ISO) - no caso de mecanismo dosador do tipo horizontal.

Admitindo-se que para efeito de aprovação da máquina, os quesitos básicos seriam baixos valores de coeficientes de variação e altas porcentagens de espaçamentos aceitáveis, ela seria aceita ou recusada conforme critérios ISO ou DEA; ainda, pelo critério ISO, ela seria aceita, mesmo sem refletir a verdadeira variação da população, população essa não necessariamente adequada às necessidades agrônomicas.

Isso é evidente na semeadora-adubadora pneumática, cujo fabricante recomenda várias regulagens básicas do mecanismo dosador, para a semeadura de milho. Por se tratar de equipamento cuja distribuição longitudinal de sementes poderia vir a se tornar uma referência padrão, empregaram-se as regulagens básicas mínima, máxima e a mais próxima da razão de distribuição agronomicamente recomendada para a semente usada.

Examinando-se o quadro 2 verifica-se que: os resultados do tratamento DEA, ao contrário daqueles obtidos nos outros (ISO, ABNT e INTA adaptado), permitem constatar a correção ou não das recomendações do fabricante quanto à regulagem básica, pelos diferentes valores de porcentagem de espaçamentos resultantes.

Desse modo, se a única regulagem básica possível do mecanismo pneumático fosse de 4,4 sementes por metro linear (dosagem) com a velocidade de 8,0km/h, pelo tratamento DEA a máquina seria sem dúvida nenhuma reprovada, de vez que apresenta apenas 1,2% de espaçamentos aceitáveis e coeficiente de variação de 26,7%. Isso, no entanto, seria completamente modificado, se os resultados dos outros tratamentos fossem considerados, principalmente o ISO, com 80,8% de espaçamentos aceitáveis e 9,3% de coeficiente de variação para a mesma condição de regulagem básica. Nos tratamentos ABNT e INTA adaptado, os valores dos espaçamentos aceitáveis e do coeficiente de variação obtidos foram, respectivamente, de 80,8 e 26,7%, e de 81,2 e 26,7%.

Essa discussão reflete a situação de uma semeadora perfeita como máquina, distribuindo com precisão determinado número de sementes (4,4 sementes por metro linear), para a qual foi regulada ou hipoteticamente projetada, porém longe de depositar a quantidade recomendada agronomicamente.

4. CONCLUSÕES

1. Os resultados evidenciam claramente a existência do efeito do tratamento diferenciado dos dados em dois dos casos investigados, mecanismos de disco horizontal e disco vertical pneumático, com grande diversidade nos valores

de coeficientes de variação e porcentagens de ocorrências de espaçamentos definidos como aceitáveis.

2. Fica também patente a necessidade de uma seleção cuidadosa dos critérios de avaliação de desempenho, no sentido de que neste processo seja levada em conta a finalidade da semeadora, evitando-se, com isso, que possa ser aprovada como máquina apenas, sem atender às necessidades agrônômicas.

SUMMARY

SEED DRILL TECHNOLOGICAL EVALUATION: TEST DATA TREATMENTS AND SEED LONGITUDINAL DISTRIBUTION UNEVENNESS

Standards, test procedures and research works appoint the regularity of seed longitudinal distribution as one of the seed drills operational characteristics that contributes for attainment of an adequate plant stand and good productivity. Coefficient of variation (CV) of the spacing population and the percentage of acceptable spacings of seeds "normally sown" are the parameters used for that evaluation. This study was conducted to test different procedures recommended to calculate the coefficient of variation and the percentage of acceptable seed spacings. Four treatments (DEA, ISO, ABNT and INTA adapted) were applied to seed spacing populations resultant of bench tests with three types of metering mechanisms - horizontal plate, inclined plate and pneumatic device. For two of these mechanisms, the results of the application of the different treatments were quite different with respect of both evaluation parameters. Depending on the treatment, mistake should be made in the performance evaluation process with approval of a mechanism, that is perfect as a machine, but completely incapable to satisfy the agricultural requirements, its basic purpose.

Index terms: seed, spacings and metering mechanisms.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAINER, R. Precision planting equipment. *Agricultural Engineering*, St. Joseph, **24**(8):255-258, 1943.
- ; KEPNER, R.A. & BARGER, E.L. Crop planting. In: *PRINCIPLES of Farm Machinery*. New York, John Wiley, 1963. Chapter 11, p.221-253.
- BUTIERRES, E. *Análise da uniformidade de espaçamento e danificação mecânica na distribuição de sementes de soja*. Santa Maria, Universidade Federal, 1978. 70p. Tese (Mestrado).
- COMISIÓN PARA EL DESAROLLO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA. *Métodos de ensayo de prestaciones de máquinas sembradoras de grano grueso*. Buenos Aires, 1982. 12p. (Separata del Boletín, 4)
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RESERCHE. *Semina, caratteristiche delle bietole e qualità della raccolta meccanica: progetto finalizzato per la meccanizzazione agricola/subprogetto 2*. Bologna, 1979. 28p. (Caderno, 12)

- COSTA, J.A. de S.; BERNARDI, J.A.; KURACHI, S.A.H.; MORAES, R.A.D. de M.; MOREIRA, C.A.; RIBEIRO, M.F. dos S. *Efeito da velocidade de deslocamento sobre características operacionais de semeadoras*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1984. 13p. (Boletim técnico, 97)
- DIVISION OF AGRICULTURAL ENGINEERING: Department of Agricultural Technical Services. Planters Test Reports – a great milestone. *Farming in South Africa*, Pretoria, nº único: 1-56, 1971.
- INDIAN STANDARDS INSTITUTION. *Test code for seed-cum-fertilizer drill*, Indian Standar, Is: 6313-1971 (UDC 631.334.001.42). New Delhi, 1973. 26p.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA: Departamento de Engenharia Rural. Secretaria de Agricultura Y Ganaderia. *Ensayo de máquinas sembradoras (Ensayo s/2): máquina marca Gherardi, modelo Montolva G-80, Neumática, para siembra de granos gruesos*. Castelar/RA. 1982. 28n.
- . *Ensayo de máquinas sembradoras (Ensayo s/3): máquina Hilcor, modelo HL2, para siembra de granos finos y gruesos*. Castelar/RA, 1983. 32p.
- . *Ensayo de máquinas sembradoras (Ensayo s/4): máquina Agrometal, modelo TB-5-70, para siembra de granos gruesos*. Castelar/RA, 1984. 32p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Sowing equipment - methods of test: part 1. Single seed drills (precision drills)*. ISO/DIS: 7256/1. Genève, Switzerland, 1983. 14p.
- . *Sowing equipment methods of test: part 2. Seed drills for sowing in lines*. ISO/DIS: 7256/2. Genève, Switzerland, 1983b. 12p.
- KURACHI, S.A.H. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras comercializadas no Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 1., Brasília, 1984. *Anais*. Brasília, FINEP/CNPq/STI/EMBRAPA, 1984. p.364-388. (Relatório)
- ; SILVEIRA, G.M. da; COSTA, J.A. de S.; MORAES, R.A.D. de M.; BERNARDI, J.A.; MOREIRA, C.A.; PETRONI, A.C.; SILVA, J.R. da S. & MESQUITA, C. DE M. Código de avaliação de semeadoras e/ou adubadoras. Campinas, Instituto Agrônômico, 1986. 138p. (Documentos IAC, 3)
- MIRANDA, L.T. de; MIRANDA, L.E.C. de & SAWAZAKI, E. Milho. In: CAMPINAS. Instituto Agrônômico. *Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo*. 4ed. Campinas, 1987. p.147-148. (Boletim, 200)
- RAZERA, F.L. *Efeito de danificações mecânicas causadas por semeadoras em sementes de soja*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. 67p. Dissertação (Mestrado).
- WANJURA, D.F. & HUDSPETH JUNIOR, E.B. Metering seed-pattern characteristics of a horizontal edge-drop plate planter. *Transactions of the Asae*, St. Joseph, 11(4):468-469, 473, 1968.
- & ———. Performance of vacuum wheels metering individual cottonseed. *Transactions of the Asae*, St. Joseph, 12(6):775-777, 1969.
- WARD, S.M. Performance of a prototype fluid drill. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Bedfordshire, 26:321-331, 1981.