

**NOTA TÉCNICA:****QUALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES DE MILHO POR UM DOSADOR-APANHADOR COM AUXÍLIO PNEUMÁTICO**Dauto Pivetta Carpes¹, Airton dos Santos Alonço², Tiago Rodrigo Francetto³, Antônio Robson Moreira⁴ & Gabriel Silveira Chagas⁵1 - Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola. UFSM/Santa Maria – RS, dautocarpes@gmail.com2 - Engenheiro Agrícola, Dr., Prof. Associado, UFSM, Santa Maria – RS, airtonalonco@gmail.com3 - Engenheiro Agrícola, Dr., Prof. Adjunto, UFSM, Campus Cachoeira do Sul – RS, tiago.francetto@ufsm.br4 - Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola. UFSM/Santa Maria – RS, robson.n.13@hotmail.com5 - Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, UFSM, Santa Maria – RS, eng.gabrielchagas@gmail.com**Palavras-chave:**mecanização agrícola
semeadora-adubadora
carta de controle
gráfico de controle
controle de qualidade**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da operação de distribuição longitudinal de sementes de milho por um dosador-apanhador com auxílio pneumático a vácuo, em diferentes velocidades angulares do disco e inclinações transversais do dosador, utilizando ferramentas de controle estatístico de processos (CEP). O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas (LASERG), vinculado à Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria (RS). Foi utilizada uma bancada de ensaio de dosadores de sementes, que possui uma esteira carpetada em “V” que simula o deslocamento da semeadora no solo. A análise da distribuição deu-se pela coleta de 255 espaçamentos para cada uma das combinações de velocidades (5, 7,5 e 10 km h⁻¹) e inclinações estudadas (11° à esquerda, nivelado e 11° à direita). Para avaliar a regularidade de distribuição levou-se em consideração o percentual de espaçamentos aceitáveis, falhos e múltiplos. A qualidade das distribuições foi analisada por gráficos de controle da fração defeituosa. A inclinação para a esquerda, nivelado e o aumento da velocidade angular reduziram o percentual de espaçamentos aceitáveis.

Keywords:agricultural mechanization
planter
control chart
control graphic
quality control.**QUALITY OF CORN SEEDS LONGITUDINAL DISTRIBUTION BY A SEED METERING WITH PNEUMATIC ASSISTANCE****ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the quality of the longitudinal distribution of corn seeds by a seed meter with pneumatic vacuum assistance at different angular speeds of the disc and transverse inclinations of the seed metering, using statistical process control tools (CEP). The experiment was conducted at Research and Development Laboratory of Agricultural Machines (LASERG), belonging to Federal University of Santa Maria, Santa Maria (RS). It was used a bench test of seed metering, which has a carpet mat in “V” that simulates the movement of the row crop planter in the soil. The distribution analysis was done through the collection of 255 spacing for each combination of speeds (5.0, 7.5 and 10.0 km h⁻¹) and studied inclinations (11° left, leveled and 11° right). In order to evaluate the regularity of distribution, it was taken into consideration the percentage of acceptable, failed, and multiple spacing. The determination of the distributions quality was analyzed by graphics of defective fraction control. The inclination to the left, leveled, and angular speed increase reduced the percentage of acceptable spacing.

INTRODUÇÃO

Um dos fatores que afeta a produtividade de uma cultura é a qualidade da semeadura, fazendo dessa uma das operações agrícolas que requer mais atenção e controle. Por sua importância, é essencial que a operação seja executada precisamente, com um bom controle de qualidade. A semeadora é a máquina responsável por essa operação e, segundo MIALHE (2012), possui as funções de armazenamento das sementes (depósito central ou individual), bem como proporciona o escoamento controlado (dosagem e descarregamento) das sementes no solo e, complementarmente, o preparo do leito de semeadura e acabamento final do sulco. SANTOS *et al.* (2008) afirmam que a semeadora é o equipamento com maior importância para o sucesso da semeadura direta e, segundo BOLLER (1990), depois do trator, estas máquinas são consideradas as de maior importância na agricultura.

DELAFOSSÉ (1986) definiu os principais elementos de uma semeadora como sendo: dosadores de insumos; tubos condutores; reservatórios; chassi; órgãos complementares; sulcadores; recobridores; compactadores e mecanismos de acionamento.

Para DIAS (2009), os dosadores de sementes são os componentes mais importantes de uma semeadora. Atualmente, estão divididos em dois grandes grupos: disco alveolar horizontal (comumente chamados de mecânicos) e dosador-apanhador com auxílio pneumático (frequentemente intitulados apenas por pneumáticos). As semeadoras que possuem dosadores pneumáticos, segundo MIALHE (2012), quando utilizadas, mesmo em altas velocidades, proporcionam espaçamento entre sementes mais preciso, quando comparado aos mecânicos.

A precisão da semeadura depende de quão exatos são os mecanismos dosadores, que precisam possuir alto nível de acurácia, principalmente para culturas que possuem faixas estreitas de população ideal e alta sensibilidade à distribuição longitudinal de plantas ou que apresentam poucos recursos compensatórios (perfilhamento) de problemas na distribuição, como a cultura do milho. Estudos realizados por TOURINO (1993) demonstraram que a cultura do milho pode apresentar perdas na produtividade de 15% ou mais, devido à baixa uniformidade de distribuição das plantas.

Dentre as variáveis que exercem influência sobre o desempenho dos mecanismos dosadores, a inclinação de trabalho, em relação ao solo, avalia o

desempenho dos mecanismos dosadores quando o deslocamento da semeadora é efetuado em terrenos com aclives ou declives ou, até mesmo, quando a operação de semeadura é realizada em contorno, com o objetivo de reduzir a erosão do solo. Isto pode ser simulado em laboratório, através de uma bancada de ensaios, conforme recomendações da ABNT (1994). Resultados obtidos por ALONÇO *et al.* (2014), avaliando a distribuição longitudinal de sementes de soja em um dosador pneumático, utilizando três inclinações (11° à esquerda, 11° à direita e nivelado) e três velocidades de deslocamento (5; 7,5 e 10 km h⁻¹), demonstraram que com o aumento da velocidade, ocorreu diminuição dos espaçamentos aceitáveis.

Outro fator importante é a velocidade de semeadura, por ser determinante para que se execute a operação dentro do período que é recomendado como ideal para a cultura trabalhada. CARPES *et al.* (2016) verificaram que com o aumento da velocidade angular do disco dosador de sementes, houve tendência a reduzir o nível de precisão. JASPER *et al.* (2011), ao analisarem a influência da velocidade da semeadura (velocidades de 4; 6; 8; 10 e 12 km h⁻¹) na distribuição longitudinal de sementes de soja, observaram que a redução dos espaçamentos aceitáveis está associada ao aumento da velocidade angular do disco dosador em mecanismos pneumáticos.

O uso de ferramentas do controle estatístico de processo (CEP) pode permitir a visualização do padrão de qualidade de uma atividade ao longo do tempo, entre as mais utilizadas estão os gráficos de controle (também chamados de cartas de controle ou gráficos de Shewhart). De acordo com TOLEDO *et al.* (2012), sua elaboração envolve o registro cronológico dos parâmetros de qualidade das amostras do produto ou processo em estudo. Os gráficos de controle possuem diversas aplicações na agricultura, em especial nas operações agrícolas mecanizadas, sendo amplamente aplicados por SILVA *et al.* (2015).

Objetivou-se avaliar em laboratório a qualidade da distribuição longitudinal de sementes de milho por um dosador-apanhador, com auxílio pneumático a vácuo sob influência de inclinações transversais e distintas velocidades de operação, utilizando cartas de controle.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de

Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas (LASERG), pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os ensaios do mecanismo dosador foram realizados em laboratório com a utilização de uma bancada para ensaio de dosadores de semente (BEDOSA) (Figura 1), desenvolvida no LASERG. A bancada proporciona o acoplamento de diversos tipos de dosadores e tem a função de acioná-los, possibilitando a avaliação de diversos fatores intrínsecos ao processo de semeadura.

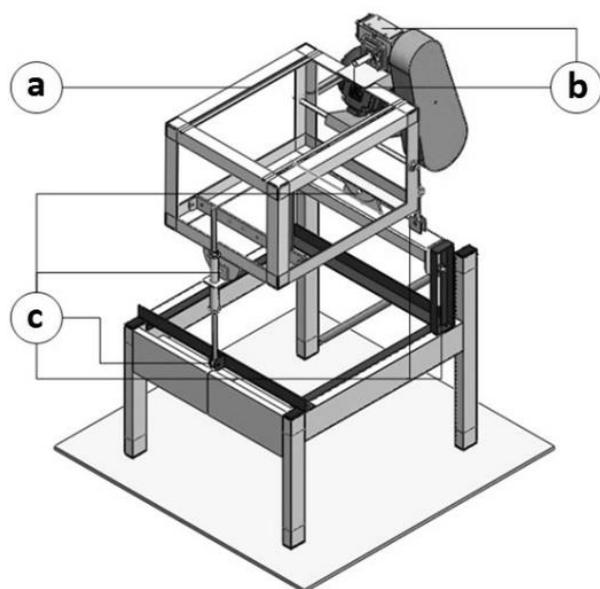


Figura 1. *Layout* da estrutura de sustentação da bancada de ensaio de dosadores em que A representa o local onde é acoplado o dosador de sementes, B é o redutor com o eixo de acoplamento do dosador e C são os dispositivos para regulagem da inclinação longitudinal e transversal.

A inclinação transversal do dosador na bancada ocorreu pelo ajuste de rótulas e regulagens, com o aumento ou redução do curso de parafusos (Figura 1, item C). A transmissão do movimento rotacional do motor, por meio do redutor (Figura 1, item B), até o eixo do dosador é realizada com o auxílio de um eixo cardã com juntas universais.

Para simular a velocidade de deslocamento de uma semeadora, foi utilizada uma esteira de borracha revestida com feltro de forração agulhado vertical, com 3 mm de espessura de fibra de poliéster (mesmo material utilizado

por JASPER et al. (2009) em seu trabalho com dosadores de discos horizontais), com 17,5 m de comprimento e 0,15 m de largura. Para simular o sistema pneumático, a geração da pressão negativa, necessária para a captação das sementes pelo disco dosador, foi realizada por uma bancada composta por um ventilador centrífugo, manômetro e válvula de controle para aferição do nível de vácuo. Os equipamentos utilizados na realização dos ensaios estão indicados na Figura 2, onde são destacadas a Bancada de Ensaio de Dosadores (BEDOSA), Bancada de Geração de Vácuo (BAR) e Esteira de medição dos espaçamentos.

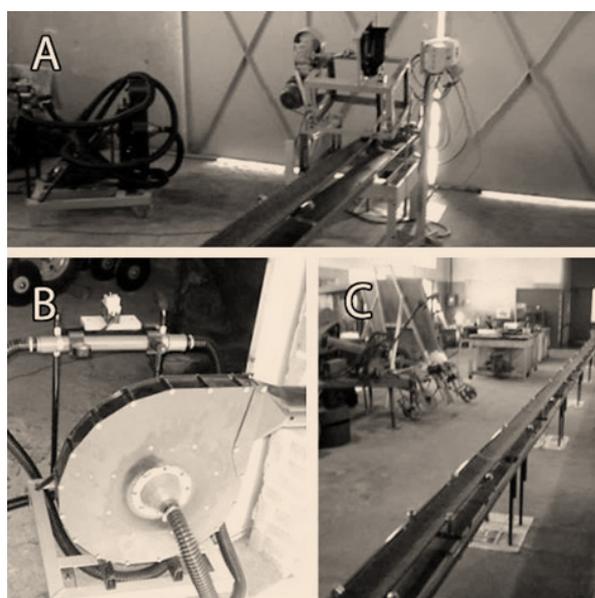


Figura 2. Imagens das bancadas, BEDOSA (A), BAR (B) e esteira para deposição de sementes (C).

O dosador com auxílio pneumático utilizado no experimento é empregado em semeadoras comerciais, composto por um disco dosador vertical com princípio de coleta das sementes a vácuo (pressão negativa). A regulagem deste foi efetuada de acordo com a recomendação do fabricante. O tubo condutor de sementes utilizado nos ensaios possui comprimento de 345 mm, com abertura superior de 55 x 37 mm e inferior de 35 x 15 mm, com inclinações de 8° e 17° e sua inclinação transversal seguia as mesmas inclinações do dosador. As características dimensionais e de trabalho do dosador estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Principais características do dosador avaliado nos ensaios.

Pressão de trabalho (kPa)	-5,0
Diâmetro do disco (m)*	0,20
Número de orifícios do disco	24
Número de fileiras	1
Diâmetro do orifício (mm)	5,5

*Diâmetro até os orifícios

As velocidades de deslocamento determinadas foram de 5 km h⁻¹ (1,38 m s⁻¹), definida pela ABNT (1994), 7,5 km h⁻¹ (2,08 m s⁻¹) (velocidade intermediária) e 10 km h⁻¹ (2,77 m s⁻¹) (velocidade máxima recomendada pelo fabricante). As velocidades angulares do disco dosador, utilizadas para alcançar a densidade pré-estabelecida, foram de 1,39; 2,08 e 2,78 m s⁻¹, respectivamente. As inclinações utilizadas no experimento foram adotadas tendo como referência o sentido de deslocamento em que o conjunto trator-semeadora trabalharia na área de cultivo, 11° para esquerda, nivelado e 11° para direita. Ambos os fatores foram determinados de acordo com a norma ISO 7256/1.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com as combinações de velocidades e inclinações do dosador submetidas a três repetições, resultando no esquema fatorial 3x3 (3 velocidades e 3 inclinações). O percentual de espaçamentos aceitáveis, falhos e múltiplos foram submetidos ao teste F para verificar a significância dos fatores.

Foram utilizadas sementes de milho da variedade Dekalb híbrido DKB240, peneira C2, com tratamento fitossanitário realizado pela fabricante e aplicação de 4 gramas de grafite para cada quilograma de semente, conforme

recomentado por MANTOVANI *et al.* (1999).

Devido ao comprimento da esteira não permitir continuamente a medição de, no mínimo, 250 espaçamentos, determinados segundo as normas ISO 7256/1 (1984) e ABNT (1994), e por KURACHI *et al.* (1989), a esteira foi rodada três vezes, aferindo 85 espaçamentos por rotação, totalizando 255 espaçamentos para cada combinação e repetição.

A população estabelecida foi de 75.000 sementes ha⁻¹, com um espaçamento entre linhas de 0,8 m, resultando em 6 sementes m⁻¹ para todos os tratamentos, ocasionando o espaçamento nominal ($X_{ref.}$) de 166,67 mm. Os espaçamentos foram classificados como aceitáveis ($0,5 X_{ref.} < X_i < 1,5 X_{ref.}$), duplos ($\leq 0,5 \cdot X_{ref.}$) e falhos ($\geq 1,5 \cdot X_{ref.}$).

Para verificar se o processo de dosagem de sementes está sob controle, foram construídos gráficos de controle da fração defeituosa (também chamado gráfico p), como proposto por ROSA (2015). Para esta análise, cada rotação da esteira foi considerada uma amostra e, assim, para cada tratamento houve 9 amostras (3 para cada repetição) de 85 espaçamentos. Para a elaboração dos gráficos de controle, os espaçamentos múltiplos e falhos foram classificados como defeituosos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância estão expostos na tabela 2, houve interação significativa da inclinação transversal com a velocidade de deslocamento sobre as variáveis, espaçamentos aceitáveis e múltiplos a 1%, e falhos a 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Tabela 2. Resultados da análise de variância para as variáveis espaçamentos aceitáveis, múltiplos e falhos.

	Aceitáveis	Múltiplos	Falhos
Fator de variação	p	P	P
Inclinação	0,0001**	0,0001**	0,0001**
Velocidade	0,1730 ^{ns}	0,9926 ^{ns}	0,0095**
Interação F1 x F2	0,0020**	0,0010**	0,0433*
CV (%)	5,14	18,06	19,25
Média Geral	75,81	12,88	11,30

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)ns não significativo ($p \geq .05$)

p = p Valor

Entre as inclinações 11° para a esquerda e nivelada, para as três velocidades, não houve diferença significativa para todas as variáveis que descrevem a regularidade de distribuição de sementes. Nas inclinações 11° à esquerda e nivelado, houve redução do número de espaçamentos aceitáveis entre sementes com o aumento de velocidade. No entanto, para a inclinação 11° à direita, houve elevação do percentual de espaçamentos aceitáveis, conforme pode ser visualizado na tabela 3.

Resultados semelhantes foram encontrados por JASPER et al. (2011), os mesmos observaram redução do percentual de espaçamentos aceitáveis na elevação da velocidade de semeadura para até 12 km h⁻¹ e, também, corroboram com as conclusões de YAZGI & DEGIRMENCIOGLU (2007), que verificaram a redução na regularidade de distribuição de sementes ao elevar a velocidade periférica do disco dosador. Por outro lado, diferem das conclusões de REIS et al. (2007), nas quais os autores não obtiveram resposta linear na regularidade de distribuição de sementes com o aumento da velocidade de semeadura.

Mesmo não sendo obtida diferença significativa da inclinação 11° à esquerda, quando o mecanismo dosador se encontrava na condição nivelada, foram obtidos os melhores resultados para espaçamentos aceitáveis, devido ao correto contato das sementes com o disco dosador, facilitando a captação e fixação das mesmas nos orifícios de dosagem. Já para a inclinação 11° à direita, houve redução significativa de espaçamentos aceitáveis e elevação do percentual de espaçamentos falhos, conforme pode ser visualizado na tabela 4, fato que pode ser atribuído às características construtivas do dosador, que possui o reservatório de sementes do lado direito. Assim, conforme ocorre a dosagem e redução do nível do reservatório, a massa de sementes fica mais distante do disco dosador, isto dificulta a captação e fixação das mesmas nos orifícios do disco. Aliado a estas observações, o nível de pressão negativa, quando fora dos padrões recomendados, dificultam a manutenção da semente no orifício, visto que, nesta inclinação, as mesmas ficam favorecidas à queda pela ação da gravidade, resultados semelhantes foram obtidos por ALONÇO et al. (2014).

Tabela 3. Desdobramento das médias de espaçamentos aceitáveis (%) da interação inclinação x velocidade de deslocamento.

Inclinação	Velocidade (km h ⁻¹)		
	5	7,5	10
11° à esquerda	92,42 aA	84,97 aAB	80,78 aB
Nivelado	93,20 aA	90,85 aAB	84,71 aB
11° à direita	47,32 bB	51,50 bAB	56,60 bA

Médias não seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

dms para linha e coluna 8,12

Tabela 4. Desdobramento das médias de espaçamentos falhos (%) da interação inclinação x velocidade de deslocamento.

Inclinação	Velocidade (km h ⁻¹)		
	5	7,5	10
11° à esquerda	3,66 bB	8,37 bA	9,67 bA
Nivelado	2,88 bB	4,97bAB	8,76 bA
11° à direita	21,83 aA	20,92 aA	20,65 aA

Médias não seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

dms para linha e coluna 4,53

Além disso, o incremento da velocidade de deslocamento da semeadora, conseqüentemente, proporciona a elevação da velocidade angular do disco dosador para que seja obtida a dosagem preestabelecida de sementes por metro linear, ocasionando a redução do tempo de exposição da semente ao orifício de captação, acarretando falhas de preenchimento e redução da frequência de dosagem de sementes, característica observada em maior significância para a inclinação 11° à esquerda e nivelado, conforme ocorreu a elevação da velocidade de deslocamento. TOURINO (1993) obteve resultados semelhantes para esta variável.

Com relação aos percentuais de espaçamentos múltiplos expostos na tabela 5, a possível causa para a redução da qualidade da distribuição longitudinal de sementes e elevação do percentual de espaçamentos múltiplos pode ser relacionada à dificuldade do mecanismo raspador realizar a sua função adequadamente, excluindo sementes individuais (normais), ocasionando falhas de preenchimento de orifícios do disco dosador ou não efetuando a retirada de sementes duplas alojadas na periferia dos orifícios, causando a deposição de mais de uma semente por unidade de espaço, originando espaçamentos classificados como múltiplos, o que corrobora com as conclusões obtidas por REIS & FORCELLINI (2011).

Na figura 3, são apresentados os gráficos de controle para a fração de unidades defeituosas e demonstração do comportamento das médias e variabilidade dos dados das amostras utilizadas.

Nos gráficos p de fração defeituosa (fração de falhos e múltiplos na amostra de 85 espaçamentos),

como todos pontos estão dentro dos limites de controle, há indicação que, para todas combinações de inclinação e velocidade, os processos estão sob controle estatístico, mostrando que as distribuições são estáveis, sem nenhuma causa especial atuando.

Resultados semelhantes foram obtidos por ALBIERO (2010). O autor observou que mais de 95% dos pontos estavam dentro do limite de controle. Observa-se que na velocidade 1, inclinação 2 (V1I2), e velocidade 2, inclinação 2 (V2I2), ocorreu o melhor desempenho do mecanismo, ou seja, quando o mesmo operava de forma nivelada e em velocidades mais baixas, resultados semelhantes foram encontrados por CANOVA *et al.* (2007).

Nas inclinações 1 e 3, mesmo sendo considerado estável e não demonstrando pontos fora dos limites de controle, o processo apresentou a maior variabilidade dos pontos em relação à média. O mecanismo apresentou sensibilidade à mudança de inclinação e velocidade de acionamento do disco dosador, fazendo com que houvesse a redução da qualidade na distribuição longitudinal de sementes, corroborando os resultados obtidos por SANTOS *et al.* (2011). Os autores concluíram que a elevação da velocidade de semeadura influencia, de forma negativa, o percentual de espaçamentos aceitáveis e eleva o percentual de espaçamentos múltiplos e falhos.

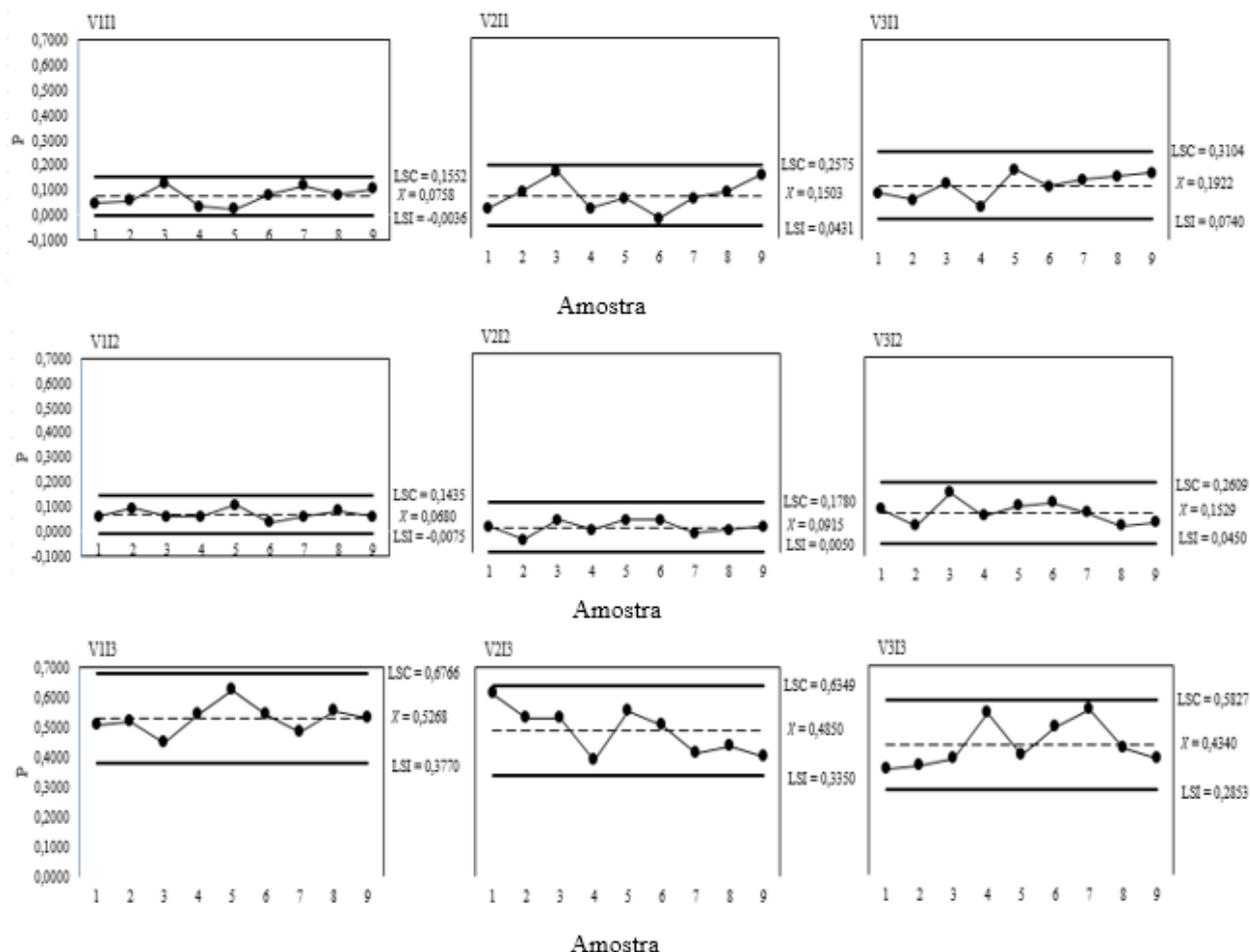
A elevação dos espaçamentos múltiplos para a inclinação à direita também pode ter sido ocasionada pela alteração do ponto de queda das sementes no tubo condutor, devido às mesmas não estarem fixadas nos orifícios do disco dosador até o ponto ideal de liberação. De acordo com CARPES *et al.* (2017), esta característica assumida

Tabela 5. Desdobramento das médias de espaçamentos múltiplos (%) da interação inclinação x velocidade de deslocamento.

Inclinação	Velocidade (km h ⁻¹)		
	5	7,5	10
11° à esquerda	3,92 bB	6,67 bAB	9,54 bA
Nivelado	3,92 bA	4,18 bA	6,54 bA
11° à direita	30,85 aA	27,58 aAB	22,75 aB

Médias não seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

dms para linha e coluna 4,85



V1=5 km h⁻¹, V2=7,5 km h⁻¹, V3=10 km h⁻¹, I1= 11° à esquerda, I2=Nivelado, I3=11° à direita. Linha pontilhada: linha central. Linhas cinzas: limites superior e inferior de controle.

Figura 3. Gráficos de controle da fração defeituosa.

pelas sementes poderá proporcionar uma maior ocorrência de rebotes das mesmas dentro do condutor, alterando o tempo e velocidade de queda das sementes e causando um arranjo não uniforme no sulco de semeadura.

CONCLUSÕES

- A elevação da velocidade ocasiona a redução do percentual de espaçamentos aceitáveis na inclinação 11° à esquerda e nivelada.
- Na inclinação 11° para a direita, o mecanismo dosador apresenta maior sensibilidade, proporcionando os menores percentuais de espaçamentos aceitáveis.
- O processo de dosagem de sementes mostrou-

se estável, por meio do controle estatístico de processo, para a combinação de fatores analisados.

- A menor variabilidade e maior média de espaçamentos normais dentro do processo foram obtidas com a operação do mecanismo de forma nivelada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de norma 04: 015.06 – 004: Semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio. São Paulo: 1994. 26p.

ALBIERO, D. Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a

agricultura familiar. 2010. 244f. Tese (Dourado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

ALONÇO, A. dos S.; SILVEIRA, H.A.T.; BELLÉ, M.P.; CARPES, D.P.; MACHADO, O.D.C. Influência da inclinação transversal e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos com semente de soja. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.22, n.2, p.119, 2014.

BOLLER, W. Desenvolvimento de complementos para semeadoras em solo sob preparo reduzido. 1990. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1990.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI C.E.A.; CORTEZ, J.W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.15, n.3, p.299-306, 2007.

CARPES, D.P.; ALONÇO, A.S.; ROSSATO, F.P.; VEIT, A.A.; SOUZA, L.B.; FRANCETTO, T.R. Effect of different conductor tubes on the longitudinal distribution of corn seeds. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.21, n.8, p.1807-1929, 2017.

CARPES, D.P.; ALONÇO, A.S.; FRANCETTO, T.R.; ROSSATO, F.P.; PAZINATTO, J.A. Nível de precisão de um dosador pneumático na distribuição de sementes de soja em função de diferentes velocidades angulares. XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2016, Florianópolis. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2016.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.2, p.502-510, 2006.

DELAFOSSÉ, R.M. Máquinas sembradoras de

grano grueso. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48p.

DIAS, V.O. Desempenho de dois protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 1982. ISO: 7256/1: Sowing equipment – methods of test: part 1. Single seed drills (precision drills). Geneva, 16p.

JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P.S.M; ROCIL, J.; GARCIA L.C. Velocidade de semeadura da soja. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.1, p.102-110, 2011.

JASPER, R.; JUSTINO, A.; MORGADO C.B.; DYCK, R.; GARCIA, L.C. Comparação de bancadas simuladoras do processo de semeadura em milho. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.4, p.623-629, out./dez. 2009.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. 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.; MANTOVANI, B.H.M.; CRUZ, I.; MEWES, W.L.C.; OLIVEIRA, A.C. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.1, p.93-8, 1999.

MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas para plantio. Campinas: Millenium Editora, 2012. 623p.

REIS, A.V.; FORCELLINI, F.A. Análise da precisão funcional da semeadora. Revista Tecnológica, v.6, n.2, p.91-104, 2011.

REIS, E.F. MOURA, J.R.; DELMOND, J.G.; CUNHA, J.P.A.R. Características operacionais de

uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Revista Ciências Técnicas Agropecuárias, La Habana, Cuba. v.16, n.3, p.70-75, 2007.

ROSA, L.C. Introdução ao controle estatístico de processos. 2ª ed., rev. e ampl. Santa Maria: Editora da UFSM. 2015. 176p.

SANTOS, A.J.M., GAMERO, C.A., & VILLEN, A.C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. Bioscience Journal, v.27, n.01, p.16-23, 2011.

SANTOS, A.P.; VOLPATO, C.E.S.; TOURINO, M.C.C. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura do milho. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.32, n.2, p.540-546, 2008.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, R.P.; VOLTARELLI, M.A.; CASSIA, M.T.

Controle de qualidade em operações agrícolas mecanizadas. 1ª ed. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2015. 242p.

SONG, S.; DONGXING Z.; LI, Y. Design and experiment of pneumatic maize precision seed-metering device with combined holes. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), Madison, v.30, n.5, p.10-18, 2014.

TOLEDO, J.C.; BORRÁS, M.A.A.; MERGULHÃO, R.C.; MENDES, G.H.S. Qualidade - Gestão e Métodos. Rio de Janeiro: LTC (GEN), 2012. 510p.

TOURINO, M.C.C. Influência da velocidade tangencial dos discos de distribuição e dos condutores de sementes de soja na precisão de semeadoras. 1993. 114p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Agrícola. UNICAMP, Campinas, 1993.

YAZGI, A.; DEGIRMENCIOGLU, A. Optimization of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. Biosystems Engineering, Bornova-Izmir, n.97, p.347-356, 2007.