

---

## **NOTA TÉCNICA:**

### **UNIFORMIDADE DE VAZÃO DE FERTILIZANTES POR DOSADORES HELICOIDAIS EM FUNÇÃO DO NIVELAMENTO LONGITUDINAL**

Mauro Fernando Pranke Ferreira<sup>1</sup>, Vilnei de Oliveira Dias<sup>2</sup>, Adroaldo Oliveira<sup>3</sup>, Airton dos Santos Alonço<sup>4</sup>, Ulisses Benedetti Baumhardt<sup>5</sup>

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi analisar o desempenho de dois tipos de mecanismos dosadores helicoidais de fertilizante, por transbordo e por gravidade, em função do nivelamento e da rotação do eixo de acionamento do dosador em fertilizantes mistura de grânulos e mistura farelada. Atualmente, o mecanismo dosador para fertilizante do tipo rosca sem-fim é oferecido como opção em aproximadamente 65,1% dos modelos de semeadoras-adubadoras disponíveis no mercado brasileiro, tendo seu desempenho pouco conhecido. Foi realizado um ensaio de laboratório em bancada de ensaios de mecanismos dosadores no Laboratório de Máquinas Agrícolas da Universidade de Santa Cruz do Sul. Determinou-se a quantidade de produto depositado por unidade de tempo e o desempenho dos dosadores em função da inclinação longitudinal e da rotação do eixo acionador do mecanismo. Os resultados demonstram que todas as inclinações proporcionaram variação significativa na dosagem em função da inclinação longitudinal. Os dosadores do tipo transbordo apresentam melhor desempenho quando comparados aos do tipo por gravidade.

**Palavras-chave:** mecanização agrícola, razão de distribuição, semeadora-adubadora.

#### **ABSTRACT**

### **UNIFORMITY OF FERTILIZER FLOW BY HELICAL DOSER AS FUNCTION OF THE LONGITUDINAL LEVELING**

The objective of this study was to analyze the performance of two types of helical fertilizer metering mechanisms, the trans-shipment and gravity, depending upon the leveling and rotation of the drive shaft of the feeder in a mixture of granule fertilizer and mash mix. Currently, the screw type fertilizer metering system is optional in approximately 65.1% of the seed drill models available in the Brazilian market and its performance is largely unknown. We, in the Laboratory of Agricultural Machinery, University of Santa Cruz do Sul, conducted a laboratory evaluation, on test-benches, of the metering mechanisms to determine the amount of product deposited per unit time, and the performance of feeders, depending on the pitch and rotation the drive shaft. Depending on the pitch, there was a significant dose variation at all inclinations. Compared to the gravity type, trans-shipment type feeders showed better performance.

**Keywords:** agricultural mechanization, distribution ratio, seeder-fertilizer.

---

**Recebido para publicação em 12/03/2008. Aprovado em 01/02/2010**

1- Engenheiro Agrícola, Dr, Professor, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNISC. maurof@unisc.br

2- Engenheiro Agrônomo, Msc, doutorando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFSM. vilneidias@yahoo.com.br

3- Técnico Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNISC. aldo@unisc.br

4- Engenheiro Agrícola, Dr, Professor Adjunto, PPGEA/UFSM, Bolsista de Produtividade em Pesquisa - CNPq. alonco@ccr.ufsm.br

5- Engenheiro Mecânico, Msc, doutorando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFSM. ulissesbb@brturbo.com.br

## INTRODUÇÃO

A semeadura é processo fundamental no sucesso de qualquer cultura agrícola. Problemas nesta etapa muitas vezes são insuperáveis ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas, o que pode comprometer o resultado da atividade produtiva (REIS, 2001). Entre as maneiras de favorecer e aperfeiçoar o estabelecimento das culturas estão a seleção e o monitoramento da maquinaria agrícola, especialmente semeadoras, para que atendam as recomendações agrônomicas das culturas (MURRAY *et al.*, 2006). Trata-se de manter os padrões operacionais dentro de limites pré-estabelecidos, definidos como desejáveis qualitativamente e quantitativamente para a tarefa agrícola.

As máquinas semeadoras-adubadoras possuem a finalidade de colocar no solo a semente e o fertilizante simultaneamente (MACHADO *et al.*, 1996). Para isso possuem mecanismos distribuidores chamados de dosadores de sementes e de fertilizantes. Para o fertilizante, os mecanismos diferem, entre si, em sua construção, sendo oferecidas no mercado diferentes opções. Entre estas se tem o mecanismo dosador do tipo helicoidal, também denominado de rosca sem-fim, constituído de um parafuso sem-fim colocado abaixo do depósito de adubo, na maioria das vezes longitudinalmente ao sentido de deslocamento do conjunto trator-semeadora. Pesquisas demonstram que o mecanismo dosador para fertilizante do tipo rosca sem-fim é oferecido como opção em aproximadamente 65,1% dos modelos disponíveis no mercado brasileiro (SILVA, 2003).

A precisão na dosagem de fertilizante é um dos parâmetros mais importantes da avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras. Diversos trabalhos utilizaram a distribuição de fertilizantes como um indicador de desempenho de semeadoras (PORTELLA *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2000; MAHL, 2002). Muitas das áreas cultivadas com culturas agrícolas no Planalto do Rio Grande do Sul caracterizam-se pelo relevo ondulado, o que pode causar variações no nivelamento da semeadora, e consequentemente no mecanismo dosador de fertilizantes. Torna-se necessário conhecer o desempenho de tais mecanismos em condições de laboratório, com condições pré-estabelecidas. Capelli *et al.* (2000), avaliaram um dosador desta natureza e concluíram que esse tipo de dosador possui uma característica de fluxo não uniforme que é evidenciada, ainda mais, na aplicação a baixas vazões. De acordo

com os autores, isso prejudica a utilização desses dosadores em um sistema de dosagem mais preciso, mas não foram estudadas possíveis inclinações do mecanismo dosador. Dentre os principais problemas relatados em avaliações de semeadoras estão: elevada amplitude na razão de distribuição, com coeficientes de variação de até 50%, alteração da vazão com o aumento ou variação da velocidade de deslocamento da máquina e maiores coeficientes de variação para razões de distribuição menores (PORTELLA *et al.*, 1998, SATTTLER *et al.*; 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de dois mecanismos dosadores de fertilizante sólidos tipo helicoidal, com dois passos diferentes e características contrastantes em função do nivelamento longitudinal e da rotação do eixo do mecanismo dosador.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Máquinas Agrícolas da Universidade de Santa Cruz do Sul. Foi utilizada uma bancada de ensaios de mecanismos dosadores de fertilizantes, acionada por motor elétrico monofásico de rotação igual nos quatro dosadores avaliados (Figura 1).

Os tratamentos foram formados por um fatorial da combinação de 5 (cinco) inclinações longitudinais do mecanismo dosador (nivelado longitudinalmente; inclinado  $-5^\circ$  longitudinalmente; inclinado  $-10^\circ$  longitudinalmente; inclinado  $+5^\circ$  longitudinalmente e inclinada  $+10^\circ$  longitudinalmente (Figura 2), quatro mecanismos dosadores, D1 – gravidade, passo 25,4 mm; D2 – transbordo passo 25,4 mm; D3 – gravidade passo 50,8 mm; D4 – transbordo passo 50,8 mm e duas rotações do mecanismo dosador, 55 e 73 rpm, totalizando 15 tratamentos por dosador, com quatro repetições em delineamento inteiramente ao acaso, em um total de 160 observações. Os mecanismos dosadores permaneceram nivelados transversalmente durante todas as avaliações.

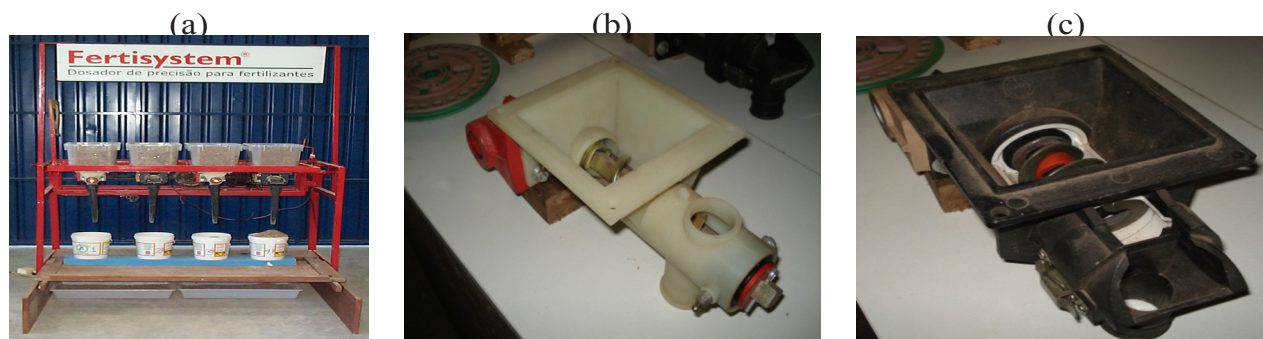
A diferença básica entre os dois mecanismos avaliados, consiste no fato dos dosadores 2 e 4 (D2 e D4) serem equipados com uma janela transversal ao movimento da helicóide, posicionada ao final desta, com a finalidade de evitar a pulsação na dosagem, daí a denominação de dosador por transbordo, contrastante aos dosadores D1 e D3, que não possuem esta janela, e o fertilizante cai por gravidade no tubo condutor. O passo consiste no comprimento de uma seção da helicóide (mola) do dosador. As inclinações

foram obtidas através de um inclinômetro instalado na bancada de avaliação dos mecanismos dosadores. As temperaturas e umidades relativas do ar foram medidas com um higrotermômetro, as rotações nos eixos determinadas com um tacômetro digital e os tempos de coleta tomados com um cronômetro digital.

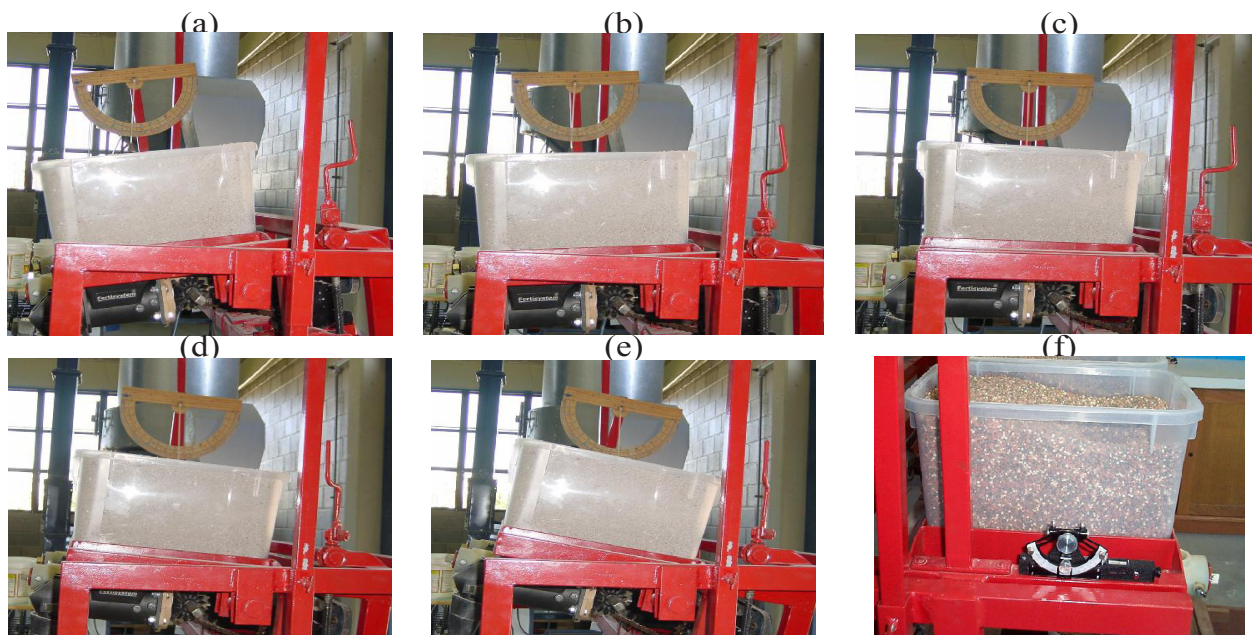
Baseando-se em Coelho (1996), foi analisada a influência da inclinação longitudinal dos dosadores, com o depósito de adubo do equipamento completo. Os fertilizantes utilizados para avaliação dos dosadores helicoidais foram um pré-formulado cuja composição declarada pelo fabricante foi 5% de nitrogênio total, 20% de óxido de fósforo ( $P_2O_5$ ) solúvel em ácido cítrico e água, 20% de óxido de potássio ( $K_2O$ ) solúvel, resultando numa mistura comercialmente denominada NPK 5-20-20, e mistura farelada com composição declarada de 5% de nitrogênio total, 12% de óxido de

fósforo ( $P_2O_5$ ) solúvel em ácido cítrico e água e 20% de óxido de potássio ( $K_2O$ ) solúvel, resultando numa mistura comercialmente denominada N-P-K 5-12-20, cujas granulometrias e principais características físicas podem ser visualizadas no Quadro 1.

Em cada observação, foram coletadas as quantidades de produto distribuído pelos dosadores em um período de tempo de 30 segundos, sendo que, em cada tratamento, o produto foi recolhido em recipientes plásticos e sua massa determinada em balança eletrônica com resolução de 0,01 gramas. Os recipientes foram colocados sob o tubo de descarga dos dosadores no mesmo instante, devido ao movimento alternativo da plataforma, abaixo da bancada dos ensaios. Para fins de análise estatística, foi realizada a análise da variância dos dados e as médias separadas por teste de Tukey com  $P < 0,05$ .



**Figura 1.** Bancada com os quatro dosadores posicionados (a). Dosadores utilizados no experimento. (b) dosador por gravidade; (c) dosador por transbordo; (d) detalhe da janela de transbordo. Santa Cruz do Sul/RS, 2010



**Figura 2.** Inclinações longitudinais testadas. (a)  $-10^\circ$ ; (b)  $-5^\circ$ ; (c)  $0^\circ$  ou posição de referência com dosador completamente nivelado; (d)  $5^\circ$ ; (e)  $10^\circ$  e (f) detalhe do inclinômetro utilizado. Santa Cruz do Sul/RS, 2010

**Quadro 1.** Granulometria e propriedades físicas do fertilizante usado nas avaliações. Santa Cruz do Sul/RS, 2010

Granulometria (mm)	Mistura Granulada	Mistura Farelada
	-----Porcentagem peneira <sup>-1</sup> -----	
0,5	0,33	43,25
1,0	0,95	70,62
2,0	18,33	94,49
2,8	48,10	98,02
4,0	95,34	99,45
Propriedades Físicas		
Densidade (kg kg <sup>-1</sup> )	1,030	1,064
Ângulo de Repouso (°)	36,09	34,73
Umidade (%)	4,65	2,60

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que todas as inclinações proporcionaram variação significativa na dosagem em função da inclinação longitudinal de todos os dosadores estudados. A variação da quantidade média de fertilizante, obtida com o uso do dosador do tipo transbordo em função da inclinação longitudinal do dosador foi menor. A dosagem do adubo aumentou em todos os dosadores, quando a inclinação longitudinal aumentou de  $-10^\circ$  para  $+10^\circ$ , porém em menores proporções para os dosadores do tipo transbordo em comparação ao dosador tipo por gravidade. O Quadro 2 apresenta a massa média de fertilizante obtida nas quatro repetições, em 30 segundos, em função da inclinação longitudinal dos quatro dosadores avaliados para a rotação de 55 rpm. Os maiores desvios padrões ocorreram no passo de 50,8 mm para ambas as misturas e velocidades avaliadas.

Os dosadores por transbordo apresentaram menores valores de coeficiente de variação, tendência que se manifestou também na rotação de 73 rpm, como pode ser observado no Quadro 3. O coeficiente de variação indica o percentual de irregularidade de uma determinada variável observada (PORTELLA et al., 1998). Os mesmos autores avaliaram 12 semeadoras, sendo duas com dosador de adubo rosca sem fim, em que ambas as máquinas apresentaram os menores coeficientes de variação para a distribuição de fertilizantes.

Quando considerada a mistura granulada, os coeficientes de variação foram menores na maior rotação, indicando maior uniformidade quando aumentada a rotação do mecanismo dosador. A afirmação anterior concorda com os resultados de Capelli et al. (2000). Os autores verificaram que o dosador do tipo helicoidal em rotações mais elevadas no eixo de acionamento, continuou

apresentado picos nas quantidades aplicadas, mas apresentou menores diferenças entre os picos de máximas e mínimas nas quantidades aplicadas. Os autores também constataram maiores valores no coeficiente de variação nas menores rotações. Martins (1999) simulou a quantidade aplicada de um dosador helicoidal em um equipamento aplicando a velocidade de  $2,22 \text{ m s}^{-1}$ , verificando que os pontos de máxima e mínima aplicação são menores para as rotações de acionamento do eixo mais elevadas.

Para o produto avaliado tipo mistura farelada, o comportamento das inclinações foi semelhante nas duas rotações testadas, com elevações significativas na dosagem de fertilizante para cada nível do fator inclinação longitudinal. Porém, as diferenças entre os coeficientes de variação quando considerado o mesmo dosador e variando-se a rotação do eixo de acionamento, foram menores comparadas com as diferenças de CV na mistura granulada, conforme se observa nos Quadros 4 e 5. Isto evidencia que maiores problemas de dosagem ocorrem em fertilizantes tipo mistura granulada, amplamente utilizados na agricultura nacional.

Quando avaliados os dois tipos de dosadores de mesmo passo, verificou-se que o dosador por gravidade apresentou dosagem significativamente superior ao por transbordo. Características da helicóide podem ter influenciado neste resultado. Este comportamento ocorreu para as duas misturas avaliadas nas duas rotações estudadas. Oliveira et al. (2000) avaliou o desempenho de uma semeadora equipada com mecanismo dosador de fertilizante tipo rotor dentado e encontram baixas variações na distribuição longitudinal e transversal de fertilizante. Este mecanismo poderia ser testado em condições semelhantes aos deste estudo, para que se verifique o efeito do nivelamento neste tipo de dosador. Rocha et al. (1992) avaliou oito semeadoras-adubadoras e verificou eficiências na distribuição de

fertilizante variando de 70 a 99%, com mecanismos dosadores tipo rotor dentado e rosca sem fim.

Nas condições do teste, o melhor desempenho foi alcançado com os dosadores de fertilizante do tipo transbordo, em qualquer rotação e tipo de mistura, com o helicóide de passo 25,4 mm. Quando analisados os desempenhos dos dosadores de forma conjunta, os resultados demonstram que ocorrem variações na distribuição quando ocorre a alteração na inclinação longitudinal dos dosadores. Para os dosadores do tipo por gravidade, as maiores diferenças apareceram na rotação de 55 rpm, onde em todas as inclinações houve diferença significativa nas médias das repetições. Na rotação de 73 rpm os dosadores tipo transbordo, quanto à distribuição do fertilizante, apresentaram um melhor desempenho ilustrado nas menores amplitudes na razão de distribuição. Para estes mecanismos, em ambas as rotações,

ocorreram menores variações de dosagem quando se variaram as inclinações, com exceção da rotação de 73 rpm associada ao passo 50,8 mm onde em todas as inclinações houve diferenças significativas. Os dados mostram que quanto maior o passo do helicóide da rosca sem fim, maiores são as diferenças significativas, nas médias do produto distribuído.

Os piores desempenhos, quanto à distribuição de fertilizante, em função da inclinação longitudinal, foram dos dosadores do tipo gravidade, passo 50,8 mm em qualquer uma das duas rotações utilizadas. Casão Junior et al. (2000) avaliaram o desempenho de uma semeadora-adubadora equipada com dosador de fertilizante helicoidal com passo de 50 mm. Os autores obtiveram baixos valores de coeficientes de variação tanto dentro da mesma linha quanto entre linhas.

**Quadro 2.** Quantidade média de fertilizante mistura granulada obtida em 30 segundos em função da inclinação longitudinal do dosador na rotação de 55 rpm

Inclinação longitudinal	Passo (mm)			
	25,4		50,8	
	Gravidade	Transbordo	Gravidade	Transbordo
	gramas de fertilizante 30s <sup>-1</sup>			
10°	652,07 a*	729,17 a	1287,13 a	1725,17 a
5°	566,77 b	684,92 b	1138,85 b	1639,87 b
0°	521,72 c	670,29 b	1059,75 c	1543,35 c
-5°	490,84 d	606,84 c	993,48 d	1516,57 c
-10°	456,04 e	580,17 c	922,20 e	1450,40 d
Média	537,49 D	654,27 C	1080,28 B	1575,07 A
Amplitude (g)	196,03	149,00	364,93	274,77
Desvio Padrão (g)	75,90	60,30	140,68	108,05
CV	14,12	9,22	13,02	6,86

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5%.

**Quadro 3.** Quantidade média de fertilizante mistura granulada obtida em 30 segundos em função da inclinação longitudinal do dosador na rotação de 73 rpm

Inclinação longitudinal	Passo (mm)			
	25,4		50,8	
	Gravidade	Transbordo	Gravidade	Transbordo
	gramas de fertilizante 30s <sup>-1</sup>			
10°	815,69 a*	995,12 a	1660,70 a	2238,90 a
5°	763,37 a b	952,82 a	1449,68 b	2152,60 b
0°	737,84 b	885,54 b	1385,35 c	2070,65 c
-5°	647,62 c	868,49 b c	1330,73 c	1988,32 d
-10°	610,77 c	804,37 c	1248,20 d	1907,92 e
Média	715,06 D	901,27 C	1414,93 B	2071,68 A
Amplitude (g)	204,92	190,75	412,50	330,98
Desvio Padrão (g)	84,27	74,46	156,02	130,65
CV	11,78	8,26	11,03	6,31

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5%.

**Quadro 4.** Quantidade média de fertilizante mistura farelada obtida em 30 segundos em função da inclinação longitudinal do dosador na rotação de 55 rpm

Inclinação longitudinal	Passo (mm)			
	25,4		50,8	
	Gravidade	Transbordo	Gravidade	Transbordo
	gramas de fertilizante 30s <sup>-1</sup>			
10°	893,37 a*	1181,02 a	1595,95 a	1693,95 a
5°	785,09 b	1135,14 b	1354,00 b	1598,17 b
0°	719,57 c	1096,34 c	1218,68 c	1516,90 c
-5°	678,17 d	1063,52 d	1152,05 d	1449,10 d
-10°	650,77 e	1047,02 e	1083,23 e	1378,00 e
Média	745,39 D	1104,61 C	1280,78 B	1527,22 A
Amplitude (g)	242,60	134,00	512,72	315,95
Desvio Padrão (g)	96,97	54,41	202,58	123,80
CV	13,01	4,93	15,82	8,11

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5%.

**Quadro 5.** Quantidade média de fertilizante mistura farelada obtida em 30 segundos em função da inclinação longitudinal do dosador na rotação de 73 rpm

Inclinação longitudinal	Passo (mm)			
	25,4		50,8	
	Gravidade	Transbordo	Gravidade	Transbordo
	gramas de fertilizante 30s <sup>-1</sup>			
10°	1132,79 a*	1533,44 a	2020,20 a	2218,93 a
5°	1016,59 b	1488,32 b	1760,00 b	2113,92 b
0°	938,19 c	1438,37 c	1609,65 c	1989,65 c
-5°	902,19 d	1409,77 d	1521,65 d	1930,12 d
-10°	853,44 e	1364,19 e	1402,98 e	1798,30 e
Média	968,64 D	1446,82 C	1662,90 B	2010,18 A
Amplitude (g)	279,35	169,25	617,22	420,63
Desvio Padrão (g)	109,38	66,14	238,45	162,84
CV	11,29	4,57	14,34	8,10

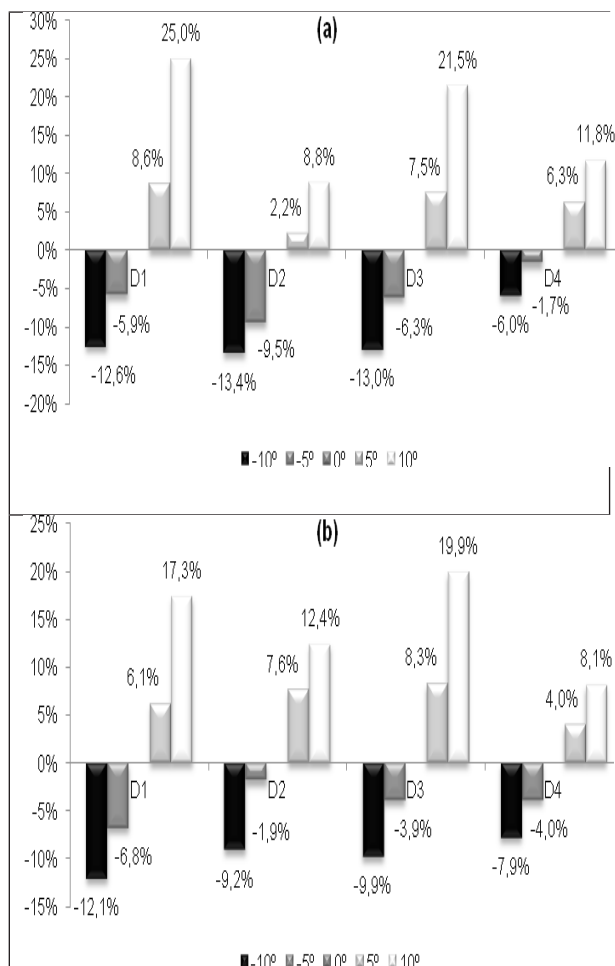
\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5%.

Uma recomendação dos autores é de que as regulagens sejam feitas a campo e não em condições estáticas. As variações percentuais de quantidade de fertilizante coletado em 30 segundos para os quatro mecanismos dosadores, considerando o fertilizante tipo mistura granulada, são apresentadas na Figura 3. Os maiores percentuais de variação ocorreram no passo de 25,4 mm para os quatro dosadores quando considerados estes qualitativamente em combinações de passo e mecanismo de liberação do fertilizante.

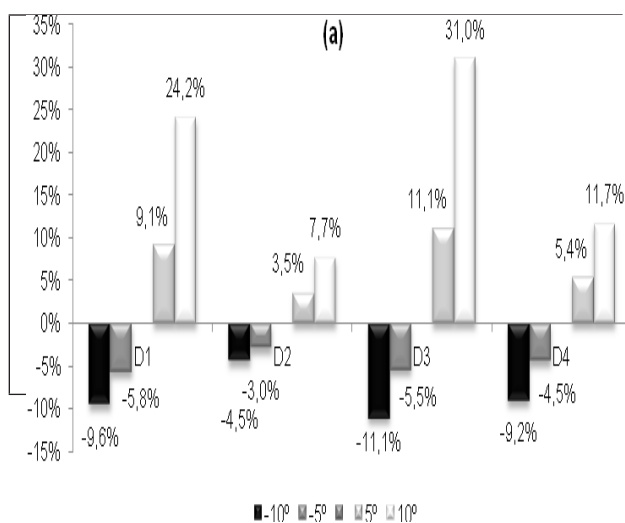
As inclinações em graus, positivas ao sentido de deslocamento ocasionaram maiores variações percentuais na quantidade de fertilizante distribuído por cada dosador avaliado, independente do sistema de liberação considerado, por gravidade ou transbordo. A mesma tendência foi identificada no fertilizante tipo mistura farelada, conforme dados visualizados na

Figura 4. Os valores de máxima variação foram maiores que para a mistura farelada quase que na totalidade das situações consideradas.

Os problemas identificados na dosagem de fertilizante passam a ser preocupantes quando constatado que 65,1% das semeadoras disponíveis no mercado nacional estão equipadas com este tipo de dosador (SILVA, 2003). Semeaduras em condições de declive são comuns no estado do Rio Grande do Sul. Isto indica que grande quantidade de fertilizante pode estar sendo dosado de maneira inadequada, devido as elevadas declividades dos terrenos deste estado. Baseado no fato de que a recomendação é de que se faça o plantio das culturas em nível, ou seja, perpendicular a declividade do terreno, a disposição correta destes dosadores nas semeadoras deve ser longitudinal ao sentido de deslocamento do conjunto trator-semeadora.



**Figura 3.** Variações percentuais na dosagem de fertilizante mistura granulada nas duas rotações testadas (a) 55 rpm e (b) 73 rpm, nos quatro dosadores avaliados D1: gravidade passo 25,4 mm; D2: transbordo passo 25,4 mm; D3: gravidade, passo 50,8 mm; D4: transbordo, passo 50,8 mm. O valor obtido na inclinação 0° foi tomado como referência em cada dosador. Santa Cruz do Sul/RS, 2010



**Figura 4.** Variações percentuais na dosagem de fertilizante mistura farelada nas duas rotações testadas (a) 55 rpm e (b) 73 rpm, nos quatro dosadores avaliados D1: gravidade, passo 25,4 mm; D2: transbordo, passo 25,4 mm; D3: gravidade, passo 50,8 mm; D4: transbordo, passo 50,8 mm. O valor obtido na inclinação 0° foi tomado como referência em cada dosador. Santa Cruz do Sul/RS, 2010

## CONCLUSÕES

- A inclinação longitudinal simulada de dez graus para mais ou para menos do nivelamento longitudinal altera a quantidade média de fertilizante distribuído independente do sistema de liberação do mecanismo dosador;
- Inclinações positivas ao sentido de deslocamento ocasionam maiores variações na dosagem de fertilizante em todos os mecanismos avaliados;
- Os dosadores de fertilizantes helicoidais do tipo transbordo apresentaram melhor desempenho quando comparados aos do tipo por gravidade nas condições dos testes;
- Os dosadores helicoidais do tipo gravidade e do tipo transbordo com passo de 25,4 mm, obtiveram uma melhor distribuição dos fertilizantes nos tipos de misturas granulada e farelada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPPELLI, N.L.; UMEZU, C.K.; MARTINS, M.M. Avaliação do desempenho de um dosador helicoidal para aplicação de fertilizantes sólidos. **Engenharia**

**Agrícola**, v.20, n.2, p.130-138, 2000.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A.G. de; RALISCH, R. Desempenho da semeadora-adubadora Magnum 2850 em plantio direto no basalto Paranaense. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.523-532, 2000.

COELHO, J.L.D. Ensaio & certificação das máquinas para semeadura. In: MIALHE, L.G. **Máquinas Agrícolas. Ensaio e Certificação**. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996, p.551-570.

MACHADO, A. L. T.; REIS, Â. V. dos; MORAES, M. L. B. de; ALONÇO, A. dos S. **Máquinas para preparo do solo, semeadura e adubação**. Pelotas: Universitária UFPel, 1996. 228p.

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (Zea mays) em sistema de plantio direto**. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MARTINS, M. de M. **Desenvolvimento de um dosador helicoidal visando sua utilização em equipamentos de aplicação localizada de fertilizantes sólidos**. 1999, 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B.B. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph nº 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

OLIVEIRA, M.L. de; VIEIRA, L.B.; MANTOVANI, E.C. SOUZA, C.M. de; DIAS, G.P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1455-1463, 2000.

PORTELLA, J. A.; SATTLER, A.; FAGANELLO, A. Regularidade da distribuição de sementes e de fertilizantes em semeadoras para plantio direto de trigo e soja. **Engenharia Agrícola**, v.17, n.4, p.57-64, 1998.

REIS, A. V. dos. Erros na semeadura. **Cultivar Máquinas**, v. 1, n.2, p. 12-13, 2001.

ROCHA, F.E.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**, v.27, n.5, p.751-757, 1992.

SATTLER, A.; PORTELLA, J. A.; FAGANELLO, A. Estudo preliminar da vazão de um fertilizante sólido em semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola –SBEA, 1999. Cd-rom.

SILVA, M.R. da. **Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema plantio direto conforme o índice de adequação**. 2003. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.