

## AVALIAÇÃO DE MECANISMOS DOSADORES DE FERTILIZANTES HELICOIDAIS EM ÂNGULOS DE NIVELAMENTO LONGITUDINAL

ÉTORE FRANCISCO REYNALDO<sup>1</sup>, CARLOS ANTÔNIO GAMERO<sup>2</sup>, THIAGO MARTINS MACHADO<sup>3</sup>, WELINGTON GONZAGA DO VALE<sup>4</sup>,

<sup>1</sup> Brazil Summer North Breeding - Equipment Specialist – Monsanto do Brasil – Uberlândia, MG – Fone: 34 30883138, e-mail: [etore.reynaldo@monsanto.com](mailto:etore.reynaldo@monsanto.com)

<sup>2</sup> Professor na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus FCA/Botucatu - SP. Fone: 14 38807132 e-mail: [gamero@fca.unesp.br](mailto:gamero@fca.unesp.br)

<sup>3</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso – Campus – Sinop - MT, Fone: 66 81478311, email: [tm.machado@hotmail.com](mailto:tm.machado@hotmail.com)

<sup>4</sup> Professor Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso – Campus – Sinop - MT, Fone: 66 99230504, email: [valewg@gmail.com](mailto:valewg@gmail.com)

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Para que se obtenha produtividade satisfatória é fundamental o uso de fertilizantes e que o mesmo seja dosado de forma uniforme e eficiente pelos mecanismos dosadores das semeadoras. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de mecanismos dosadores de fertilizantes, tipo helicoidal “rosca sem fim”, submetidos a simulações em níveis de -15, -5, 0, +5 e +15° de inclinação e em duas taxas, identificando os modelos com melhor desempenho na dosagem. O ensaio foi realizado nas Fundações ABC e FAPA. Os ensaios demonstraram que há grande diferença de dosagem entre os mecanismos dosadores de fertilizantes comercializados e avaliados no ensaio em inclinações longitudinais. As diferenças entre as doses foram mais expressivas nos ângulos de inclinação de +5 e +15°. Uma solução para diminuir os erros de doses, dos mecanismos dosadores de fertilizantes é a operação de semeadura em nível, em que os mesmos serão expostos a menores níveis de inclinações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mecanismo dosador de fertilizante, fertilizante, máquina agrícola

### EVALUATION FERTILIZER SPIRAL METERING MECHANISM UNDER DIFFERENT LONGITUDINAL INCLINATIONS

**ABSTRACT:** In order to obtain satisfactory productivity is essential the use of fertilizers and that it was dosed evenly and efficiently by metering mechanisms of seeders. The objectives of this work were to evaluate the performance of solid fertilizer spiral metering system of "worm" type, submitted to simulations at different levels -15, -5, 0, +5 and +15° of inclination; identify the models of best dosage performance. The test was conducted at the ABC and FAPA Foundation. The tests showed that there is a large difference between the fertilizer metering devices marketed and those evaluated under the longitudinal gradients test. The difference between dosages was more important in the inclination angles of +5 and +15°. One solution to reduce errors of this fertilizer metering system is to operate in level, exposing them to lower levels of inclinations.

**KEYWORDS:** Fertilizer metering device, fertilizer, agricultural machinery

### INTRODUÇÃO

Para que se obtenha produtividade satisfatória das culturas, é necessário levar em conta alguns princípios básicos da fertilidade dos solos. De acordo com Perche Filho et al. (2012), a

fertilização é uma das operações de fundamental importância durante o ciclo da cultura, e possíveis falhas podem trazer perdas significativas.

A uniformidade de distribuição e sua deposição adequada se tornam cada vez mais importantes, no sentido de se obter máxima resposta do cultivo a um custo mínimo, já que o custo do fertilizante representa, no Brasil, uma grande parcela do custo total da produção (GARCIA, 2007).

O dosador de fertilizante é um componente acoplado à semeadora que afeta consideravelmente seu desempenho (BRANDT, 2010). De acordo com Altmann et al. (2010), os principais fatores que influenciam no funcionamento dos mecanismos dosadores de fertilizantes são: inclinação de trabalho, velocidade de acionamento e o tipo de fertilizante. E muitas áreas cultivadas com culturas de grãos no Brasil caracterizam-se pelo relevo ondulado (IAPAR, 2000) e, dependendo da forma com que se faz a semeadura, podem causar variações no nivelamento da semeadora-adubadora e, conseqüentemente, influir na dosagem dos mecanismos dosadores de fertilizantes (FERREIRA et al. 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de mecanismos dosadores de fertilizantes sólidos, tipo helicoidal “rosca sem fim”, disponíveis no mercado, em diferentes passos, submetidos a trabalho em diferentes ângulos de nivelamento (inclinação) longitudinal (-15, -5, 0, +5 e +15°) em relação à rotação do eixo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Fundação ABC, em Castro-PR (Latitude - 24° 51' 20" e Longitude - 49° 55' 52" - altitude média de 1024 metros), e na Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária - FAPA, município de Guarapuava-PR (Latitude -25° 32' 52.69" e Longitude -51° 29' 19.47" - altitude média de 1113 metros).

A metodologia empregada para a caracterização do fertilizante utilizado nos ensaios seguiu a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 1988) e NBR5776/80. Foi analisada a granulometria, densidade, densidade específica, teor de água e ângulo de repouso do fertilizante.

Os ângulos de inclinações utilizados no ensaio foram: -15, -5, 0, 5 e 15 graus. Na Tabela 1 são apresentados os mecanismos dosadores de fertilizantes avaliados.

As taxas ( $g\ s^{-1}$ ) de dosagem de fertilizante utilizada nas avaliações dos mecanismos dosadores com passo de rosca de  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{3}{4}$ ", foram de 10 e  $30\ g\ s^{-1}$  e, para os mecanismos com passo de rosca de 2", foram de 30 e  $50\ g\ s^{-1}$ . O período de coleta de cada repetição foi de 30 segundos. Após a coleta, o material foi pesado em balança de precisão, com escala de 1 g, e os valores transcritos em planilha eletrônica para posteriores cálculos e análises.

Foi utilizada uma bancada de testes constituída de dispositivo de angulações e, sistema de acionamento eletromecânico para acionamento dos dosadores com controle de velocidade. O delineamento do ensaio dos mecanismos dosadores de fertilizantes foi o inteiramente casualizados em esquema fatorial  $2 \times 5 \times 23 \times 4$ , sendo eles: duas taxas ( $g\ s^{-1}$ ); cinco combinações de ângulos de inclinação longitudinal, 23 mecanismos dosadores de fertilizantes e 4 repetições.

A análise estatística foi realizada utilizando o programa SAS (2013). Foi realizada a análise de “Box Cox”. Após, os dados foram submetidos à estatística descritiva, sendo que os modelos comparados pelo teste F e, as médias e as análises de regressões comparadas pelo teste t, ambos ao nível mínimo de 5 % de significância.

Tabela 1. Modelos de mecanismos dosadores de fertilizantes avaliados.

Fabricante	Modelo	Passo (")	Identificação
Fertsystem	Auto-lub AP NG	1	FNG 1
	Auto-lub AP	1	FAP 1
	Auto-lub AP NG	2	FNG 2
	Auto-lub AP	2	FAP 2
John Deere	Prometer	1	JD 1
	Prometer	2	JD 2
Semeato	56155404	1.¾	SEM56 1.3/4
	Antigo	1.¾	SEMAN 1.3/4
	25085202	1	SEM25 1
	Antigo	1	SEMAN 1
	36168904	2	SEM36 2
	Antigo	2	SEMAN 2
Planterra	0503031163	¾	PLAN 3/4
	501043280	1	PLAN 1
	0501048893	2	PLAN 2
Plasagro	DAP 360	1	PLASDAP 1
	Antigo	1	PLASA 1
	DAP 360	2	PLASDAP 2
	Antigo	2	PLASA 2
Protótipo 1	Teste	1	PROT 1
Protótipo 1 - Segmentado	Teste	1	PROTSEG 1
Protótipo 2	Teste	2	PROT 2
Protótipo 2 - Segmentado	Teste	2	PROTSEG 2

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os teores de água, densidades e ângulo de repouso dos fertilizantes utilizados nos ensaios. Os teores de água foram de 4,09 e 4,04% para as fases 1 e 2, respectivamente, e não se diferenciaram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

A densidade, do fertilizante foi de 0,80 g cm<sup>-3</sup> e a densidade específica foi de 1,12 g cm<sup>-3</sup>. Ambas as densidades não diferenciaram pelo teste t a 5% de probabilidade. A diferença, entre a densidade e densidade específica, foi de 28,67%. Vasconcelos et al. (2011), realizando avaliações da densidade específica em dois formulados obtiveram valores de densidade de 1,57 e 1,64 g cm<sup>-3</sup>, valores estes acima do determinado para os fertilizantes utilizados.

O ângulo de repouso determinado foi de 33,03°, fase 1 e, 33,01° para a fase 2. Segundo trabalho realizado por Cardoso et al. (2011), avaliando o ângulo de repouso de quatro produtos (calcário, NPK, organo mineral e pó de pedra), o fertilizante NPK apresentou ângulo de repouso de 30,4°, valor este, próximo aos valores determinados para os fertilizantes utilizados nesse ensaio.

Tabela 2. Dados de teor de água, densidade, densidade específica e ângulo de repouso dos fertilizantes utilizados no ensaio dos mecanismos.

Fertilizante	Fase	Teor de água (%)	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	Dens. específica (g cm <sup>-3</sup> )	Ângulo de Repouso (°)
04-14-08	1	4.09 A	0,80A	1,12A	33,03 A
	2	4.06 A	0,80A	1,12A	33,01 A

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados referentes à granulometria dos fertilizantes. A porcentagem de produto passante na peneira P5 foi de 98,37% e 98,41% para as fases 1 e 2 respectivamente, estando em conformidade.

Tabela 3. Granulometria do fertilizante utilizado.

Fase	P5 (4 mm) (%)		P9 (2 mm) (%)		P35 (0,5 mm) (%)	
	Passante	Retido	Passante	Retido	Passante	Retido
1	98,37 A	1,63 A	22,41 A	77,59 A	0,92 A	99,08 A
2	98,41 A	1,60 A	23,18 A	76,82 A	1,52 A	98,49 A

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade.

O mesmo vale para as peneiras P10 e P35, sendo que ambas obtiveram valores dentro do que rege a normativa. Para a peneira P9 foi de 77,59% e 76,82% de retidos para as fases 1 e 2, respectivamente. Na peneira P35 o percentual de produto retido foi de 99,08 e 98,49% para as fases 1 e 2, respectivamente. Segundo IPNI 2010, estes valores estão em conformidade com as normas técnicas da ABNT.

Na Tabela 4 é apresentado a estatística descritiva do ensaio de mecanismos dosadores de fertilizantes avaliados. Os mecanismos de  $\frac{3}{4}$  até  $1\frac{3}{4}$ ", as variações nas dosagens dos mecanismos dosadores foram de 58,7 até 228,0 kg ha<sup>-1</sup> e de 114,4 a 479,2 kg ha<sup>-1</sup> para as taxas 1 e 2 respectivamente (Tabela 4).

Tendência semelhante "variação" foi observada para os mecanismos de 2" de passo. Os valores variaram de 98,3 a 426,7 kg ha<sup>-1</sup> e de 181,9 a 557,7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para as taxas 1 e 2. Os mecanismos que apresentaram as menores variações entre o máximo e mínimo (diferenças) foram: PLASDAP 1 e PROT 1 com diferença de 58,7 e 59,6 kg ha<sup>-1</sup> e coeficiente de variação de 8,9 e 8,2% respectivamente para a taxa 1 e, PROT 1 e PLASA 1 com diferença de 114,4 e 115,4 kg ha<sup>-1</sup> e coeficiente de variação de 5,7 e 6,5% respectivamente, para a taxa 2. Esses resultados comprovam a observação feita por Siqueira (2008), de que os equipamentos de dosagem não têm um grau de precisão apurado.

A mesma tendência de erro de dosagem foi observada para os mecanismos JD 1 e JD 2, taxa 1 e 2, em função de diferentes inclinações longitudinais apresentadas na Figura 2. Os mecanismos JD 1 e JD 2 apresentaram variação de 85,1 e 195,9 kg ha<sup>-1</sup> na taxa 1 e 98,3 e 181,9 kg ha<sup>-1</sup> na taxa 2. As inclinações de 15° (correspondem a 26% de inclinação da rampa) apresentaram os maiores erros nas dosagens.

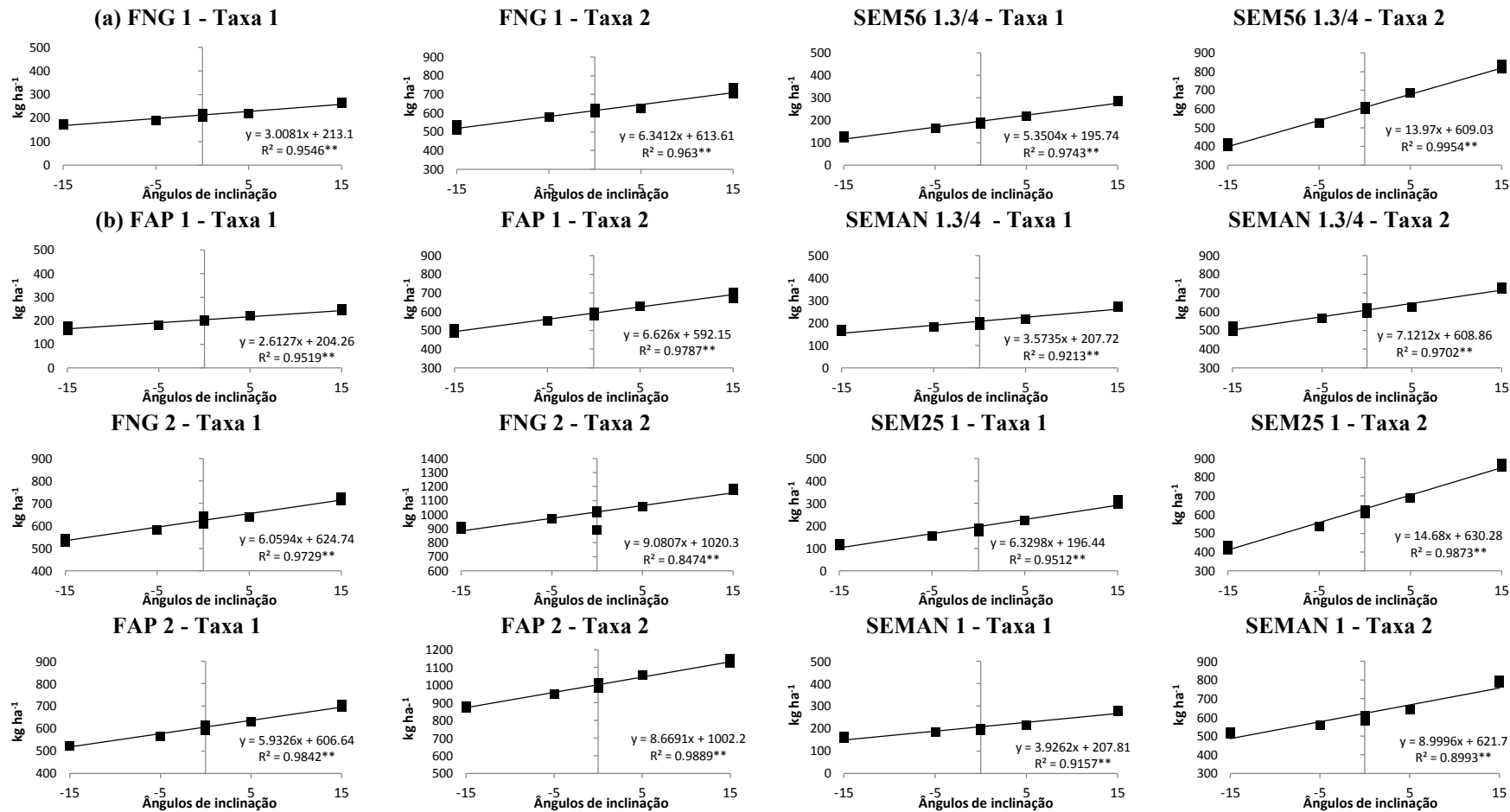
Nas Figuras 1, 2, 3, têm-se as análises de regressão dos mecanismos dosadores de fertilizantes, avaliados no ensaio, para as taxas 1 e 2, em função de diferentes inclinações longitudinais. Analisando o gráfico de regressão do dosador helicoidal SEM25 1 (Figura 1), observa-se que há um aumento no erro de dosagem de produto entre as taxas 1 e 2. Na taxa 1 a diferença de dosagem foi de 201,0 kg ha<sup>-1</sup> e na taxa 2, sendo de 460,2 kg ha<sup>-1</sup>. Dados semelhantes foram encontrados por Ferreira et. al. (2010), onde se avaliou 5 inclinações longitudinais -10°; -5°; 0°; 5°; 10°, onde os resultados demonstraram que todas as inclinações proporcionaram variação significativa na dosagem em função da inclinação longitudinal de todos os dosadores estudados na ocasião.

Os mecanismos SEM36 2 e SEMAN 2, taxas 1 e 2, apresentaram comportamento semelhante aos demais. Contudo, foi a primeira vez que foi demonstrada uma semelhança razoável entre os modelos antigo (SEMAN 2) e o novo (SEM36 2), visto que alguns modelos demonstraram retrocesso na eficiência da precisão de dosagem de produto (fertilizante).

Tabela 5. Estatística descritiva dos mecanismos dosadores de fertilizantes avaliados - Quantidade de fertilizantes.

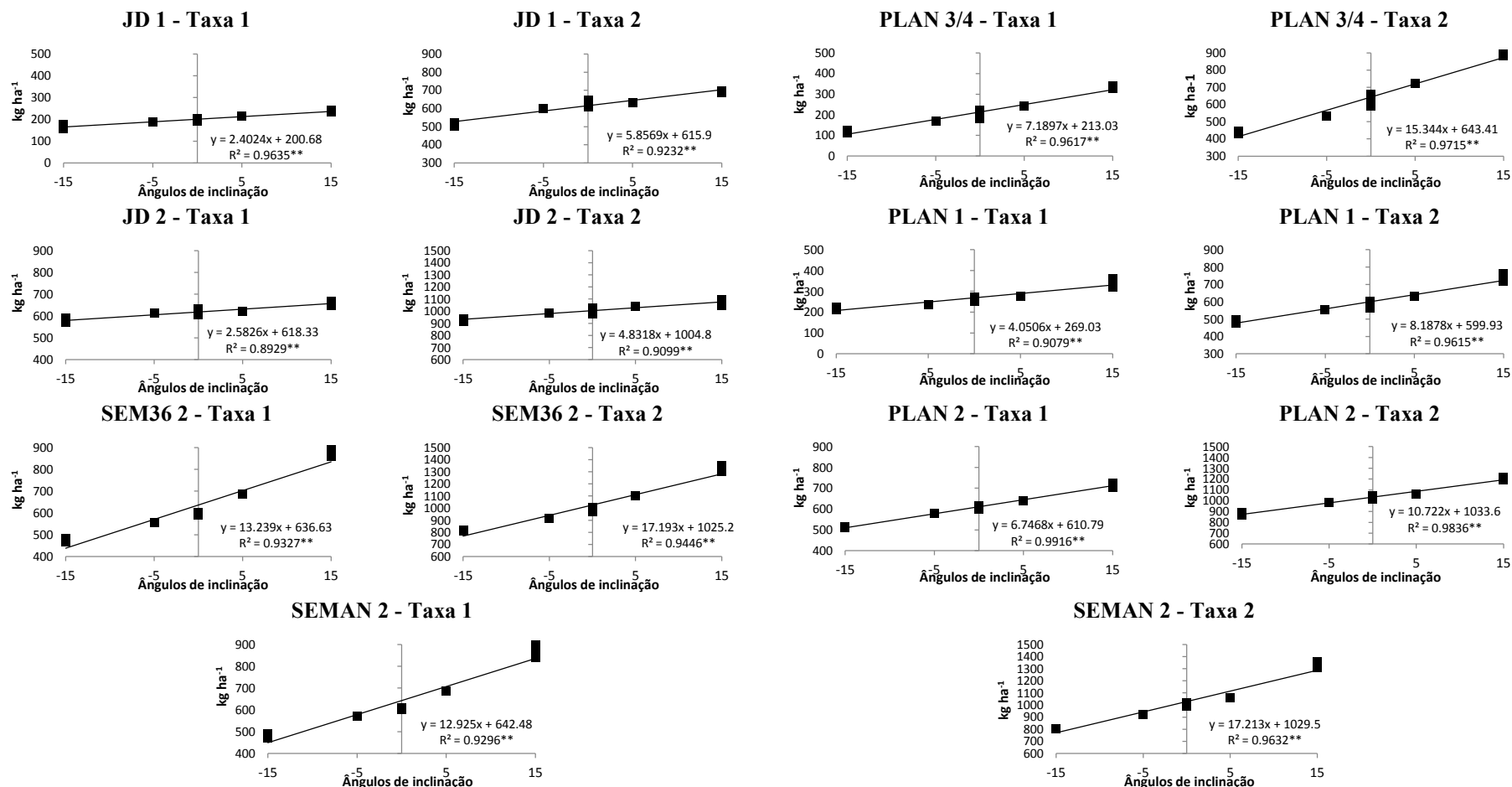
Mecanismos	Taxa 1					Taxa 2				
	Média	Máximo	Mínimo	Diferença	C.V.	Média	Máximo	Mínimo	Diferença	C.V.
	kg ha <sup>-1</sup>					kg ha <sup>-1</sup>				
	(%)					(%)				
FNG 1	213,1	267,3	172,1	<b>95,2</b>	15,6	613,6	733,6	508,1	<b>225,5</b>	11,4
FAP 1	204,3	251,5	160,2	<b>91,4</b>	14,2	592,1	704,0	488,1	<b>215,9</b>	12,2
FNG 2	624,7	727,8	529,5	<b>198,4</b>	10,6	1020,3	1185,7	890,7	<b>294,9</b>	10,4
FAP 2	606,6	708,2	522,2	<b>185,9</b>	10,6	1002,2	1148,0	871,0	<b>276,9</b>	9,4
JD 1	200,7	242,4	157,3	<b>85,1</b>	13,2	615,9	697,2	501,4	<b>195,8</b>	10,7
JD 2	618,3	668,1	569,9	<b>98,3</b>	4,8	1004,8	1098,0	916,1	<b>181,9</b>	5,4
SEM56 3/4	195,7	286,4	121,1	<b>165,2</b>	29,9	609,0	838,6	399,8	<b>438,8</b>	24,8
SEMAN 3/4	207,7	274,6	162,5	<b>112,1</b>	19,4	608,9	733,2	496,3	<b>236,9</b>	12,8
SEM25 1	196,4	315,5	113,6	<b>201,9</b>	35,7	630,3	872,9	412,7	<b>460,2</b>	25,3
SEMAN 1	207,8	281,8	159,0	<b>122,8</b>	21,3	621,7	796,7	514,5	<b>282,2</b>	16,5
SEM36 2	636,6	890,2	465,4	<b>424,8</b>	23,3	1025,2	1351,4	808,4	<b>542,9</b>	18,6
SEMAN 2	642,5	898,5	471,8	<b>426,7</b>	22,5	1029,5	1357,6	799,9	<b>557,7</b>	18,4
PLAN 3/4	213,0	340,9	112,9	<b>228,0</b>	37,2	643,4	909,4	430,2	<b>479,2</b>	26,1
PLAN 1	269,0	361,7	212,7	<b>149,1</b>	17,1	599,9	760,5	479,0	<b>281,5</b>	15,0
PLAN 2	610,8	723,0	509,3	<b>213,7</b>	12,0	1033,6	1219,6	866,7	<b>353,0</b>	11,3
PLASDAP 1	205,8	235,4	176,7	<b>58,7</b>	8,9	598,8	668,1	536,2	<b>131,9</b>	6,9
PLASA 1	202,2	234,2	172,5	<b>61,7</b>	10,5	605,0	659,7	544,3	<b>115,4</b>	6,5
PLASDAP 2	619,5	677,0	558,6	<b>118,4</b>	6,7	1012,0	1118,0	916,1	<b>201,9</b>	6,6
PLASA 2	615,9	737,3	529,5	<b>207,8</b>	11,8	1022,6	1167,8	886,8	<b>281,0</b>	9,0
PROT 1	223,8	260,1	200,6	<b>59,6</b>	8,2	635,7	703,3	588,9	<b>114,4</b>	5,7
PROTSEG 1	235,4	271,4	202,7	<b>68,6</b>	8,5	682,2	756,5	610,2	<b>146,2</b>	6,5
PROT 2	620,4	688,5	554,0	<b>134,4</b>	6,7	1003,4	1103,0	905,9	<b>197,2</b>	5,9
PROTSEG 2	619,4	716,7	535,7	<b>181,0</b>	8,2	1040,9	1184,1	914,4	<b>269,7</b>	7,4

Verifica-se que o mecanismo helicoidal PLAN ¾ apresentou a maior diferença em entre as taxas. A diferença observada foi de 228,0 kg ha<sup>-1</sup> e CV de 37,8% para a taxa 1 e de 479,2 kg ha<sup>-1</sup> e CV de 26,1% para a taxa 2. Este mecanismo é tido no mercado como mecanismo “genérico”, sendo o mais barato atualmente. Em contrapartida, o mesmo não possui confiabilidade de dosagem.



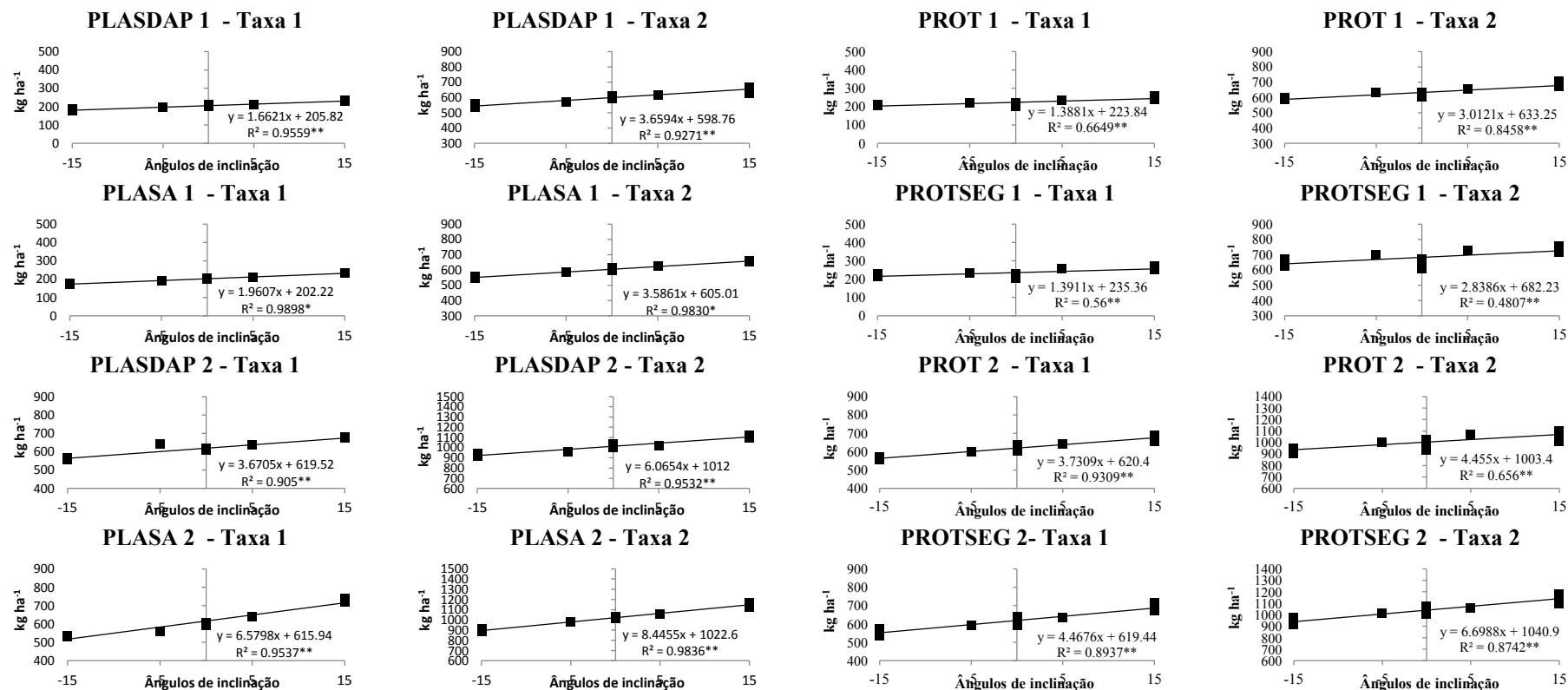
(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Figura 1. Análise de regressão dos mecanismos dosadores de fertilizantes (a) e (b) FNG 1, 1<sup>o</sup> - taxas 1 e 2; (c) e (d) FAP 1, 1<sup>o</sup> - taxas 1 e 2; (e) e (f) FNG 2, 2<sup>o</sup> - taxas 1 e 2, (g) e (h) FAP 2, 2<sup>o</sup> - taxas 1 e 2, (a) e (b) SEM56 1.3/4, 1.3/4<sup>o</sup> - taxas 1 e 2; (c) e (d) SEMAN 1.3/4, 1.3/4<sup>o</sup> - taxas 1 e 2; (e) e (f) SEM25 1, 1<sup>o</sup> - taxas 1 e 2 e (g) e (h) SEMAN 1, 1<sup>o</sup> - taxas 1 e 2 em função de diferentes inclinações longitudinais.



(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Figura 2. Análise de regressão dos mecanismos dosadores de fertilizantes (a) e (b) JD 1, 1" - taxas 1 e 2 e (c) e (d) JD 2, 2" - taxas 1 e 2, (e) e (f) SEM36 2, 2" - taxas 1 e 2, (g) e (h) SEMAN 2, 2" - taxas 1 e 2, (a) e (b) PLAN 3/4" - taxa 1 e 2; (c) e (d) PLAN 1, 1" - taxa 1 e 2 e (e) e (f) PLAN 2, 2" - taxa 1 e 2 em função de diferentes inclinações longitudinais.



(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Figura 3. Análise de regressão dos mecanismos dosadores de fertilizantes (a) e (b) PLASDAP 1, 1" - taxas 1 e 2, (c) e (d) PLASA 1, 1" - taxas 1 e 2, (e) e (f) PLASDAP 2, 2" - taxas 1 e 2 e (g) e (h) PLASA 2, 2" - taxas 1 e 2 (a) e (b) PROT 1, 1" - taxas 1 e 2; (c) e (d) PROTSEG, 1" - taxas 1 e 2; (e) e (f) PROT 2, 2" - taxas 1 e 2 e (g) e (h) PROTSEG 2, 2" - taxas 1 e 2 em função de diferentes inclinações longitudinais.

Os mecanismos dosadores de fertilizantes PLASDAP 1, PLASA 1, PLASDAP 2 e PLASA 2 nas taxas 1 e 2, apresentaram os melhores desempenhos. Isto se deve ao tipo de helicóide, os mecanismos possuem helicóide sólido, conferindo maior precisão de dosagem, quando estes, trabalham com inclinações. Os resultados dos protótipos foram satisfatórios, quando comparados aos demais mecanismos. A inclinação da curva de regressão diminuiu consideravelmente em relação aos demais helicoidais testados, apresentando menor variação de dosagem nos ângulos de -5 e +5°, quando comparado aos demais mecanismos

No gráfico da Figura 4 são apresentados os coeficientes de variação, obtidos para os mecanismos dosadores de fertilizantes, do tipo helicoidal, avaliados no ensaio, classificados segundo Gomes (1990), onde ao estudar os coeficientes de variação em ensaios agrícolas, classificou-os como: baixos, quando inferiores a 10%; médios, entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30%; e muito altos, quando são superiores a 30%. Na primeira classe (CV baixo) têm-se os mecanismos JD 2, PLASDAP 2, PROT 1, PROT 2, PROTSEG 1, PROTSEG2, PLASDAP 1 e FAP 2.

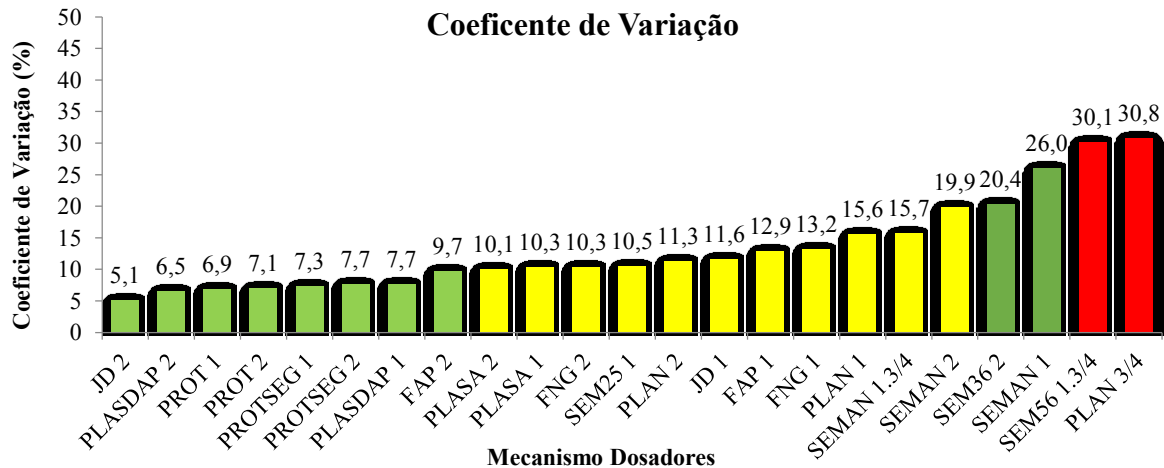


Figura 4. Coeficiente de variação obtido para os mecanismos dosadores de fertilizantes: verde - classe 1 (CV < 10%); amarelo - classe 2 (CV > 10 e < 20%); laranja classe 3 (CV > 20%) e vermelho classe 4 (CV > 30%).

O menor coeficiente de variação foi obtido pelo mecanismo JD 2, com CV médio de 5,1%, seguido dos mecanismos PLASDAP 2 e PROT 1 com CV de 6,5 e 6,9% respectivamente.

## CONCLUSÕES

Todos os mecanismos dosadores de fertilizante apresentaram erros na dosagem de fertilizante, submetidos a simulações de trabalhos em inclinações longitudinais.

Os ângulos de inclinação positivos, +5 e +15° apresentaram os maiores erros de dosagem.

Os mecanismos com passo de 2 polegadas apresentaram os menores erros de dosagem de fertilizantes. Em contrapartida, os mecanismos com os menores passos de rosca apresentaram as maiores variações de dosagem, quando submetidos às inclinações longitudinais.

Uma solução, para diminuir os erros de dosagens dos mecanismos dosadores de fertilizantes, é a operação de semeadura em nível, em que os mesmos serão expostos a menores níveis de inclinações e conseqüentemente a menores erros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, A. S., BONOTTO, G. J., BEDIN, P. R., SILVEIRA, HENDRIGO, A. T., CARPES, D. P., DIAS, V. O., MONTEMEZZO J., ALONÇO, A. dos S. Metodologia para avaliação dos mecanismos dosadores de fertilizantes em semeadoras-adubadoras. XIV

**Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão.** 10 a 12 de novembro de 2010. Centro Universitário Franciscano.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR5776:80 Fertilizantes corretivos e condicionadores de solo. Rio de Janeiro, 1994. 5 p.

BRANDT, M. A. **Projeto conceitual de um dosador de fertilizante granulado.** 2010. 67 f. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecânica. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ. Panambi, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Laboratório Nacional de Referência Vegetal. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes:** métodos oficiais. Brasília: LANARV, 1988. 141 p. Disponível em: <  
[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/in\\_28\\_07\\_anexo.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/in_28_07_anexo.pdf)>. Acesso em 01/02/2013.

CARDOSO, M. L.; VASCONCELOS, M. B. S.; REIS, Â. V. Determinação do ângulo de repouso de fertilizantes. **XX Congresso de iniciação científica e III amostra científica.** Universidade Federal de Pelotas. 2011. 5 p.

FERREIRA, M. F. P.; DIAS, V. O.; OLIVEIRA, A.; ALONÇO, A. S.; BAUMHARDT, U. B. Uniformidade de vazão de fertilizantes por dosadores helicoidais em função do nivelamento longitudinal. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.18 N.4, julho / agosto 2010. 297-304 p.

FERREIRA, M. F. P.; Oliveira, A.; Machado, R. L. T.; Reis, A. V.; Machado, A. L. T.. Desempenho de distribuidores de adubo tipo rosca sem fim por transbordo e por gravidade em função do nivelamento longitudinal do dosador **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 11, n. 1 e 2, p. 37-40, jan./dez. 2007.

PERCHE FILHO, A.; CASTIONE, G.; STORINO, M. Avaliação da qualidade de distribuição reduzida de fertilizantes para milho. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO** - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012 [s.n.].

GARCIA, A. P. **Desenvolvimento de um sistema de controle eletromecânico para dosador de fertilizantes** / Angel Pontin Garcia. - Campinas, SP: [s.n.], 2007.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental.** 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. LUZ, P. H. C.; OTTO, R.; VITTI, G. C.; QUINTINO, T. A.; ALTRAN, W. S.; IKEDA, R. Otimização da aplicação de corretivos agrícolas e fertilizantes. **Informações agrônomicas.** Nº 129 março de 2010. Piracicaba, SP. 13 p.

PARANÁ. Instituto Agrônomico do Paraná. Desempenho das semeadoras-adubadoras MPS 16000 e MPS 1000 imasa em solos argilosos / Ruy Casão Júnior et al. Londrina: IAPAR, 2000. **(Circular 111)** ilustr. IAPAR. 44 p.

VASCONCELOS, M.; CARDOSO, M.; REIS, Â. V. Determinação de atributos físicos de quatro tipos de fertilizantes com vistas ao projeto de um dosador. **Anais.** XIII ENPOS. Pelotas RS. 2011. 4 p.