

FERTILIZER SPREADER WITH VRT TESTING
MOLIN, J.P.¹; L.A.A. MENEGATTI²; L.L. PEREIRA³; L.C. CREMONINI⁴; M.

EVANGELISTA⁵

SUMMARY: A spinner box spreader with VRT technology was evaluated in three nominal swath widths at three rates. The swath width of 24m showed the best results, with CV under 15% for all rates and the fertilizer rate did not affect the width. At 21m swath width the CV was above the limit of 15%. At 18m swath width the machine can be used with restriction. The time for rate changes was 3,1s in an increasing step and 5,6s in an decreasing step. The steps did not influence the response time.

KEYWORDS: Precision farming; Variable rate technology; fertilizer spinner box

INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira vem passando por alterações de alguns conceitos, entre esses a adubação a lanço, tradicionalmente utilizada em coberturas e hoje numa nova tendência em pré-plantio. Não tem-se domínio ou informações confiáveis sobre a maioria das máquinas disponíveis no mercado brasileiro referentes a sua qualidade de aplicação.

Para a realização de ensaios com esses equipamentos há dois procedimentos de consenso internacional: a norma ISO 5690/1, que prevê coletores padronizados de 1 m de comprimento X 0,25 m de largura e profundidade mínima de 0,15 m, e para evitar o ricochete do produto aplicado, uma grade alveolada, ou uma malha quadriculada apoiada sobre os coletores, e a norma ASAE Standard 341.2, que difere no tamanho dos coletores, que devem ter largura mínima de 30 cm e comprimento no mínimo igual a largura, e para evitar ricochetes apenas uma grade com células de 10 x 10 cm. MOLIN & MAZZOTTI (2000) estudaram a influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete e concluíram que sombrite com malha de 12,7 mm pode ser utilizada para esta finalidade.

De acordo com as normas ISO e ASAE, o procedimento utilizado para a determinação da largura efetiva de trabalho baseia-se no coeficiente de variação (C.V) como uma medida da desuniformidade da

¹ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural ESALQ/USP

² Eng. Agrônomo, bolsista Fapesp, mestrando em Máquinas Agrícolas Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

³ Eng^a. Agrônoma, bolsista CAPES, mestranda em Máquinas Agrícolas Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

⁴ Eng. Agrônomo, bolsista CAPES, mestrando em Máquinas Agrícolas Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

⁵ Eng. Agrônomo, mestrando em Máquinas Agrícolas Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

dose aplicada com a sobreposição de passadas, sendo que nenhuma das normas estabelece um C.V mínimo como padrão. Molin *et al.* (1992) desenvolveram um programa computacional “Adulanço” para a análise de distribuição transversal em aplicadores de fertilizantes e corretivos a lanço. COELHO *et al.* (1992) avaliaram o desempenho de quatro máquinas na aplicação de gesso agrícola a lanço, utilizando C.V. de 15% na definição da largura efetiva das máquinas.

Este trabalho objetiva avaliar o desempenho de uma adubadora a lanço com recursos de doses variáveis com relação aos efeitos da variação da dosagem na largura efetiva, regularidade da deposição transversal, longitudinal e tempo de resposta a doses variáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

A máquina ensaiada foi a adubadora a lanço marca Amazone ZA-M Max 1500 montada no engate de três pontos de um trator MF 5320, equipado com o Sistema “Field Star” (AGCO), responsável pelo controle de vazão da aplicadora. Os ensaios foram executados com a aplicação de uréia. Na configuração do sistema, definiu-se a largura de trabalho nominal da máquina (ajustável) e esta controlava a vazão do sistema dosador. Foram utilizados coletores cobertos com sombrite emborrachado de malha de 12,7 mm, padronizados conforme norma ISO 5690/1, para a coleta do material, que foi recolhido em sacos de papel, e pesados. Para o ensaio de distribuição transversal os coletores foram colocados lado a lado, paralelos entre si, cobrindo a faixa de aplicação do equipamento.

A deposição transversal foi avaliada nas vazões de 50, 150 e 250 kg/ha de uréia e larguras efetivas nominais (LEn) de 18 e 21m sem repetições, e de 24 m com três repetições.

A máquina foi carregada a meia carga com a altura de trabalho de 0,80 m. A velocidade de deslocamento foi de 2,5 m/s e a velocidade angular de trabalho da TDP, de 540 RPM. Inicialmente a máquina foi calibrada para a dosagem de 50 kg/ha e Largura Efetiva nominal (LEn) de 18 m.

Para o cálculo do coeficiente de variação em função da faixa de recobrimento, os dados obtidos foram lançados no programa “Adulanço”. A largura efetiva de trabalho foi atribuída a partir de um valor de CV pré-estabelecido de 15%. As médias das larguras efetivas do tratamento LEn 24m foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

O ensaio de distribuição longitudinal teve como finalidade a determinação das características de distribuição do equipamento ao longo da linha de deslocamento da máquina e a obtenção do tempo de resposta do equipamento à variação de doses do produto e à quantidade depositada. Este ensaio foi realizado na LEn de 24 m. Os coletores foram alocados a 6 m do centro da máquina (25% da LE) em duas linhas longitudinais e paralelas na direção do movimento do trator, numa extensão de 70 m. Para a obtenção do tempo de resposta à variação da vazão foram conduzidos ensaios com a aplicação de duas doses distintas distribuídas em dois tratamentos. O primeiro, com dose de 50 kg/ha nos primeiros 20 m do percurso, passando a 100 kg/ha nos 30 m seguintes e retornando a 50 kg/ha nos 20 m finais. Já o segundo tratamento com dose de 50 kg/ha nos primeiros 20 m do percurso, passando a 150 kg/ha nos 30 m seguintes e retornando a 50 kg/ha nos 20 m finais. A variação da dosagem foi feita pelo sistema "Field Star" com base num mapa de prescrição. O critério utilizado para a determinação do ponto em que a dose foi estabilizada foi o de variação menor que 5% entre o valor obtido na pesagem das amostras dos coletores X e X+1 por duas vezes consecutivas, onde X é o número do coletor. O tempo de resposta foi calculado dividindo-se a distância entre os pontos onde a dose se estabilizou pela velocidade de trabalho (2,5 m/s).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 resume os resultados obtidos nas LEn de 18 m, 21 e 24m.

Para a LEn de 18 m, na dose de 50 kg/ha a distribuidora obteve CV de 16,2%, acima do limite pré-estabelecido, quando a simulação foi feita pelo sistema contínuo de passadas. Neste sistema, a largura efetiva foi de 12,3m. A causa deste resultado abaixo do esperado foi deposição assimétrica de adubo, ocorrendo acúmulo maior ao lado esquerdo da máquina. Pelos sistemas alternado esquerdo ou direito, os CVs estiveram abaixo do limite, com 15% e 11,7% respectivamente, e larguras efetivas de 18 e 22,3 m. Com a dose de 150kg/ha todos os sistemas de aplicação obtiveram CVs abaixo do limite na largura efetiva nominal. No limite de 15%, a largura efetiva foi de 22,3 m no sistema contínuo, 22,8 m no sistema alternado direito e 21,8 m no alternado esquerdo. Na aplicação da dose de 250 kg/ha a largura efetiva da aplicação pelo sistema central foi de 18,8m e o CV na LEn foi de 10,6%. No sistema alternado

direito a LE foi de 18 m, equiparando-se à LEn enquanto que pela esquerda a LE foi de 19,3 m e o CV na LEn foi de 7,7%.

Tabela 1 – Resumo dos resultados obtidos no tratamento relativo à largura nominal de 18, 21 e 24m.

Doses	50 kg/ha		150 kg/ha		250 kg/ha	
LEn 18m	CV% na LEn	LE ²	CV% na LEn	LE ²	CV% na LEn	LE ²
Sist. Contínuo	16,2	12,3	11,8	22,3	10,6	18,8
Sist. Alternado Direito	11,7	22,3	12,9	22,8	14,2	18,0
Sist. Alternado Esquerdo	15	18,0	10,7	21,8	7,7	19,3
LEn 21m	CV% na Len	LE ²	CV% na Len	LE ²	CV% na Len	LE ²
Sist. Contínuo	26,8	9,5	21,5	19,3	24,3	18,8
Sist. Alternado Direito	39,8	10,8	30,9	17,5	22,0	19,0
Sist. Alternado Esquerdo	17,5	20,0	14,3	21,1	25,9	18,5
LEn 24m	CV% na LEn	LE ^{1,2}	CV% na Len	LE ^{1,2}	CV% na Len	LE ^{1,2}
Sist. Contínuo	16,2	23,8(a)	12,2	25,7(a)	9,5	25,2(a)
Sist. Alternado Direito	18,9	24,9(b)	12,4	25,8(b)	8,9	25,3(b)
Sist. Alternado Esquerdo	17,7	23,9(c)	14,3	25,7(c)	9,6	25,2(c)

¹ Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

² LE (m) para CV de 15%

No tratamento com LEn de 21m para a dose de 50 kg/ha o CV na LEn excedeu o limite em todos os sistemas de aplicação, com LE de 9,5m, 10,8m e 20 m pelos sistemas contínuo, alternado direito e esquerdo respectivamente. Na dose de 150 kg/ha apenas a aplicação pelo sistema alternado esquerdo possibilita LE de 21m com CV de 14,3%. No entanto, pelo lado direito o CV na LEn foi de 30,9% e a LE foi de 17,5 m. Na hipótese de trabalho com aplicação de 150 kg/ha, nas idas a largura de aplicação deverá ser de 21,1 m e na volta, 17,5 m para a obtenção de CV de 15%. A dose de 250 kg/ha segue a mesma tendência de alta desuniformidade na LEn e LE abaixo de 21m para o limite de 15% de CV.

Já no tratamento com LEn de 24 m, a dose de 50 kg/ha a LE no sistema de passadas contínuo foi de 23,8 m, enquanto que o CV na LEn foi de 16,2%. Pelo sistema alternado direito, a LE foi de 24,9 m,

com CV de 18,9% na LEn enquanto que pela esquerda, a LE foi de 23,9m e o CV na LEn foi de 17,7%. Na dose de 150kg/ha, por qualquer sistema de aplicação o CV na LEn obtido foi menor que o limite de 15%, e a LE foi de 25,7, 25,8 e 25,7 m para os sistemas contínuo, alternado esquerdo e direito, respectivamente. Na aplicação de 250 kg/ha os CV estiveram abaixo de 10% na LEn, com LE de 25,2, 25,3 e 25,2 m para os sistemas contínuo, alternado esquerdo e direito. O teste de Tukey não indicou diferenças entre a LE nas diferentes doses ao nível de 5%, sendo que a máquina pode ser operada na largura efetiva de 24 com CV da aplicação de 15% ou menor em taxas variadas na faixa de 50 a 250 kg/ha.

O primeiro tratamento do ensaio de distribuição longitudinal, com a aplicação das doses de 50 e 100 kg/ha, com degrau de 50 kg/ha apresentou a deposição mostrada na Figura 1(a) e 1(b).

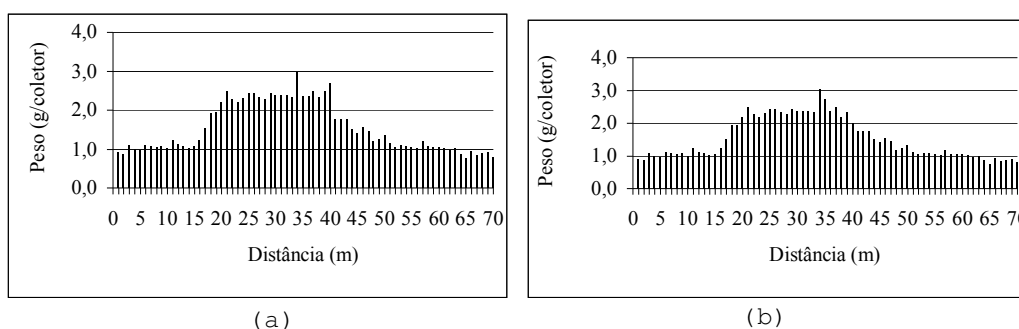
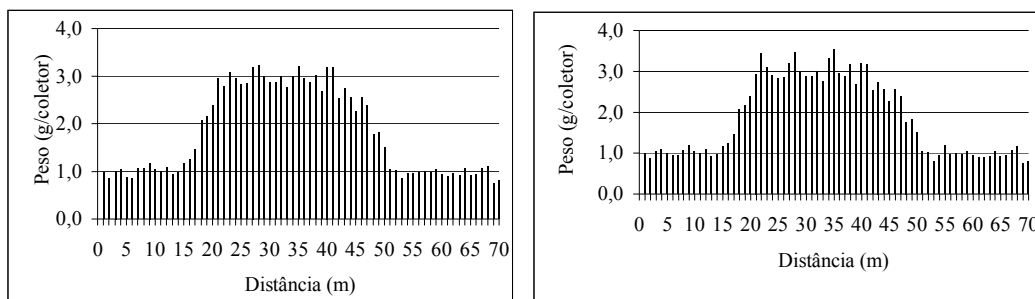


FIGURA 1 – Faixa de deposição longitudinal para o tratamento com dose inicial de 50 kg/ha, seguida de 100 kg/ha e novamente 50 kg/ha pelo lado direita (a) e à esquerda da máquina (b).

A alteração da dose teve início aos 15 m, com zona de transição de 8 m, estabilizando-se na nova dose aos 23 m, com tempo de resposta de 3,2 s pelo lado direito (Figura 1 (a)) e pelo lado esquerdo (Figura 1 (b)), o início foi aos 17 m e se estendeu por 7 m, finalizando aos 24 m de percurso, em 2,8 s de tempo de resposta. O decréscimo da dose pelo lado direito teve início aos 38 m, terminando aos 53 m, estabelecendo zona de transição de 15 m, percorridos em 6 s. Pelo lado esquerdo, a dose começou a mudança na mesma distância, porém estabilizou-se com 14 m de transição, aos 52m de percurso, com tempo de 5,6s.



(a)

(b)

FIGURA 2 – Faixa de deposição longitudinal para o tratamento com dose inicial de 50 kg/ha, seguida de 150 kg/ha e novamente 50 kg/ha pelo lado direita (a) e à esquerda da máquina (b).

Já o tratamento 2, apresentou os resultados ilustrados na Figura 2. A transição de 50 para 150 kg/ha pelo lado direito começou aos 15 m e se estendeu até os 23 m, totalizando 8 m. O tempo de resposta para a mudança de dose foi de 3,2 s. Pelo lado esquerdo a alteração da dose teve início aos 16 m e terminou aos 24 m, com transição de 8 m percorridos em 3,2 s. No decréscimo da dose de 150 para 50 kg/ha pelo lado direito, o tempo de resposta foi de 4,8 s, com faixa de transição de 12 m, que teve início aos 42 m e término aos 54 m. O lado esquerdo da máquina teve tempo de resposta de 6 s, com início aos 42 m e final aos 57 m, totalizando 15 m de transição. A Tabela 2 resume o ensaio de deposição longitudinal.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de variação da deposição longitudinal com mudanças nas doses.

Degrau (kg/ha)	Lado esquerdo		Lado Direito	
	Tempo de resposta (s)	Zona de transição (m)	Tempo de resposta (s)	Zona de transição (m)
50-100	2,8	7,0	3,2	8,0
100-50	5,6	14,0	6,0	15,0
50-150	3,2	8,0	3,2	8,0
150-50	6,0	15,0	4,8	12,0

A aferição do mecanismo dosador da máquina mostrou grandes diferenças entre o obtido e a dosagem programada. Para a dosagem de 50 kg/ha essa diferença foi de -26% (Tabela 3). Para a dose de 150 kg/ha a diferença foi de -20,6% e para a dose de 250 kg/ha a diferença foi de -18,9%. De maneira geral, todos os resultados obtidos estiveram abaixo do programado.

Tabela 3 – Resultados obtidos no ensaio de aferição do mecanismo dosador da máquina.

Dosagem (kg/ha)		
Programada	Obtida	Erro %
50	36,67	-26,7
100	81,58	-18,4
150	119,12	-20,6
200	161,06	-19,5
250	202,705	-18,9

CONCLUSÃO

Estatisticamente a largura efetiva não foi afetada pela alteração da dose aplicada na largura efetiva nominal de 24 m, sendo que este tratamento obteve os melhores resultados com CVs abaixo de 15%. No tratamento Largura efetiva nominal de 18 m, os resultados demonstraram que a máquina não pode ser operada em sistema contínuo sem que o CV da aplicação ultrapasse o limite pré-estabelecido de 15%. Não recomenda-se a utilização da máquina com uréia na Largura efetiva nominal de 21m pois os valores de CV ultrapassaram o limite de 15%. O tempo de resposta da máquina a variação da dosagem aplicada foi de 3,1 s quando o degrau de mudança foi crescente e 5,6 s quando o degrau foi decrescente. A variação do degrau de mudança na dosagem não causou alteração do tempo de resposta.

As dosagens obtidas na aferição do mecanismo dosador apresentaram-se inferiores às dosagens programadas.

BIBLIOGRAFIA

- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders. ASAE Standards. St. Joseph, p.3, 1996.
- COELHO, J.L.D., MOLIN, J.P., GADANHA JR, C.D., VASARHELYI, A. Avaliação do desempenho de máquinas aplicadoras a lanço na distribuição de gesso agrícola. *In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e I Simpósio de Engenharia Agrícola do Cone Sul, Santa Maria, v.4, p. 2058-2103, 1992.*
- ISO. Metodo de ensayos de distribuidores de abono “a voleo”. 5690/1. *In: Maquinaria para Siembra y abonado Métodos de ensayo, Madri, p. 95-114, 1981.*
- MOLIN, J.P., COELHO, J.L.D., VASARHELYI, A. Programa computacional para análise de distribuição transversal em aplicadores de fertilizantes e corretivos a lanço. *In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola e I Simpósio de Engenharia Agrícola do Cone Sul, Santa Maria, v.4, 1992.*
- MOLIN, J.P., MAZZOTTI, H. C., Influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete em ensaios de aplicadores a lanço. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4,n.2, p.281-285, 2000.*
- MOLIN, J.P.; RUIZ, E.R.S.; CARVALHO FILHO, S.M. Ensaio de deposição trasnversal utilizando diferentes pontos de regulagem do mecanismo distribuidor de uma adubadora a lanço. *In: XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Pelotas, CDrom, 1999.*