

MÁQUINAS AGRÍCOLAS

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO E DO TIPO DE AMORTECEDORES DE RICOCHETE EM ENSAIOS DE APLICADORES A LANÇO

José Paulo Molin¹ & Henrique Costabile Mazzotti²

RESUMO

O ensaio de uniformidade de distribuição de aplicadores a lanço demanda tempo, seja na coleta, seja na análise dos resultados. As normas que padronizam ensaio relatam a necessidade do uso de anteparos sob os coletores para evitar o ricochete de partículas, sem os quais pode comprometer os resultados. A limitação de seu uso é a sua pouca praticidade quando se realizam os ensaios. Este trabalho objetivou avaliar a necessidade ou não da utilização desses dispositivos, além da influência de diferentes tipos de cobertura, auxiliando na definição de uma metodologia mais adequada a esse tipo de ensaio. O estudo foi conduzido em campo, explorando-se especificamente a aplicação de calcário e uréia. Utilizaram-se, nos ensaios, coletores de plástico obtidos por moldagem a vácuo a partir de placas de polietileno de 4mm. As dimensões seguem os critérios estabelecidos pela norma ISO 5690/1. Com os resultados obtidos, concluiu-se que a natureza física do produto influi no ricochete de partículas. Quanto maior o tamanho e, conseqüentemente, a massa da partícula, maior também a possibilidade de ricochete. No caso de ensaios com coletores de plástico utilizando-se o calcário, pode-se dispensar o uso de dispositivos para evitar ricochete. Quando se utilizou a uréia, o uso dos mesmos mostrou-se necessário.

Palavras-chave: aplicador a lanço, ricochete de partículas, ensaio de distribuição transversal

INFLUENCE OF COVERING DEVICES ON PARTICLE BOUNCING IN SPREADER TESTS

ABSTRACT

The spreader pattern test demands a large amount of time, both in the collection of data and in the analysis of the results. The standards establish the necessity of devices to avoid particle bouncing. The limitation of its use, however, is the difficulty of handling it. In this context, a test was done with the objective of evaluating the need of this device, as well as the influence of different types of coverings, trying to define a better methodology for this test. The study was done in field, when applying lime and urea. The collecting containers used in the test were made by vacuum molding polyethylene plates of 4 mm thickness. They follow the dimensions established by the standard ISO 5690/1. From the results it is possible to state that the physical nature of the product influences the bouncing of particles and larger particles have more possibility of bouncing. With plastic containers, for lime, it is not necessary to use devices to avoid bouncing. For urea, the use of some covering device is necessary.

Key words: spreader, particle bouncing, pattern tests

INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes técnicas para se incrementar ou manter o rendimento agrícola, é a correta utilização e distribuição de corretivos e fertilizantes nas áreas de cultivo, corrigindo o solo ou lhe retornando os nutrientes exportados pelas culturas. Para que as metas de rendimento agrícola de uma área sejam alcançadas, devem-se utilizar os insumos apropriados na dosagem indicada, mas de nada adianta a correta seleção de insumos e fertilizantes nem estimativas precisas de dosagens, se a operação de distribuição do produto na área não for uniforme. A consequência será o comprometimento no rendimento das colheitas e o desperdício de fertilizantes, que se tornam pouco eficientes.

Vários fatores influem na uniformidade de aplicação de corretivos e fertilizantes em uma área como, por exemplo, o tipo de máquina utilizada (mecanismo dosador e mecanismo distribuidor), o tipo de insumo aplicado, a velocidade de aplicação e largura útil de trabalho.

Alguns ensaios têm sido realizados para caracterizar o desempenho de máquinas de aplicação a lança, dentre os quais o ensaio de uniformidade de distribuição transversal pode ser considerado um dos mais trabalhosos, demandando maior quantidade de tempo, tanto na coleta de dados quanto na análise dos resultados. Este ensaio é realizado com a disposição no campo de vários coletores padronizados, que se destinam a recolher o produto distribuído naquela área. As quantidades obtidas em cada coletor são pesadas, obtendo-se assim a curva de distribuição transversal do produto. Essa informação é utilizada na determinação da largura de trabalho da máquina para a condição de trabalho.

Milan & Gadanha Junior (1996) ressalta a importância do uso de dispositivos para evitar o ricochete de partículas durante a execução dos ensaios de caracterização da distribuição transversal. Esses dispositivos absorvem a energia cinética da partícula e fazem com que a mesma não caia indevidamente no coletor adjacente, o que comprometeria as análises.

A limitação do uso desses dispositivos é a sua pouca praticidade quando se realizam ensaios de máquinas distribuidoras para fins de regulagem, ou mesmo projetos de pesquisa nessa área, já que na maioria dos casos são realizados vários tratamentos e, ainda, diversas repetições para cada tratamento. Em cada operação é necessária a colocação e posterior remoção dos mesmos, o que aumenta, de forma significativa, o tempo para a realização dos ensaios de campo; além disso, a presença desses dispositivos dificulta o armazenamento dos coletores e diminui sua versatilidade quando é necessário transportá-los.

De acordo com Milan & Gadanha Junior (1996) os principais ensaios para se caracterizar o desempenho de uma máquina, são os de uniformidade de distribuição transversal, a distribuição longitudinal e a regularidade de vazão; além desses, existem ainda outros, como ergonomia, segurança e funcionalidade mecânica e caracterização ponderal e dimensional do equipamento.

No ensaio de uniformidade de distribuição transversal, um dos fatores que possuem forte influência nos resultados é o tipo de coletor utilizado, superfície sobre a qual os coletores estão dispostos e o uso ou não de dispositivos para evitar ricochete.

Em nosso meio, normalmente são referidas duas normas que padronizam os tipos de coletores usados na realização de ensaios de distribuição transversal: ASAE S341.2 e ISO 5690/1 – 1982. De acordo com a norma ISO (1982) os coletores podem ter as dimensões externas de 1000 x 250 mm ou de 500 x 500 mm, ambos com profundidade mínima de 150 mm, conforme esquema apresentado na Figura 1.

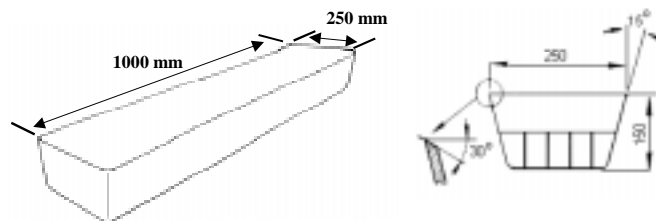


Figura 1. Dimensões do coletor segundo a norma ISO (adaptado de ISO 1982)

Para se evitar ricochete de partículas e, conseqüentemente, erros na coleta de amostras, a norma ISO recomenda dividir-se os coletores em células de dimensões de 50 por 50 mm, com altura que não exceda metade da altura do coletor ou a colocação de uma rede sobre os coletores (Figura 2).

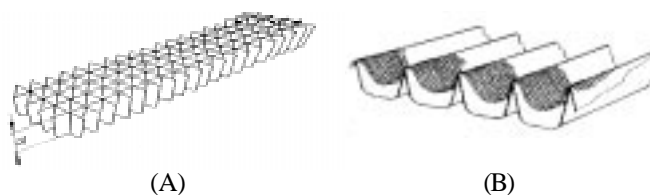


Figura 2. Dispositivos para se evitar ricochete de partículas, segundo a norma ISO (adaptado de ISO 1982). Divisão em células (A) e com rede (B)

A colocação dos coletores deve ser feita lado a lado, a partir das suas bordas, de modo que eles cubram a largura total de aplicação da máquina. É necessário deixar espaços para a passagem das rodas do trator, os quais devem ser o menor possível e múltiplos da largura do coletor.

Segundo a norma da ASAE (1996) os dispositivos de coleta devem possuir largura (medida perpendicular à direção da passagem do conjunto) não superior a 10% da faixa de deposição efetiva da máquina. O comprimento deve ser igual ou maior que a largura, com um mínimo de 300 mm, enquanto a espessura máxima das paredes dos coletores deve ser de 2,3 mm e os coletores devem possuir tamanho suficiente para coletar amostras, a partir de uma passada do distribuidor, as quais devem ser suficientes para serem medidas.

Para reduzir a possibilidade de partículas ricochetearem para fora dos coletores, cada coletor deve ser dividido em compartimentos, em que o tamanho máximo deve ser 100 x 100 mm e mínimo de 50 x 50 mm. A profundidade dos compartimentos deve ser de pelo menos 50% da máxima dimensão horizontal. Precauções, como cobrir a superfície com material que possua a habilidade de absorver energia, podem ser tomadas se o produto granulado a ser testado não possuir partículas pequenas que possam se alojar no material de cobertura. Cabe destacar que a norma da ASAE (1996) não menciona o uso de malhas ou redes sobre os coletores mas, sim, de superfícies macias que possam

absorver o impacto da partícula, ao contrário da norma ISO (1982). O ponto em comum entre as duas normas é a opção da subdivisão do coletor em compartimentos.

Ainda de acordo com a norma ASAE (1996) o espaçamento dos coletores deve ser uniforme, com exceção daqueles que podem ser arrançados de forma a permitir a passagem da máquina aplicadora e das rodas do trator. Durante todos os testes, o topo das bandejas coletoras não deve estar acima de 100 mm da superfície, com a máquina aplicadora na posição normal de operação e, se a altura de descarga do distribuidor for menor que 500 mm, o topo das bandejas coletoras deverá ser menor que 50 mm acima da superfície.

Parish (1996) em revisão de estudos recentes de testes de distribuição transversal e de acordo com a norma ASAE S341.2, verificou que a eficiência de coleta dos coletores pode variar dentro da faixa de aplicação da máquina, quando os coletores estão dispostos sobre superfície rígida. O autor realizou uma comparação entre um teste feito nesse tipo de superfície para produtos de diferentes granulometrias e densidades, com um teste em uma pista de prova elevada, utilizando coletores de maior profundidade; dessa forma, a possibilidade de ricochete de partículas, tanto para dentro quanto para fora dos coletores, foi eliminada. O valor obtido no ensaio com a pista elevada foi usado como base obtendo-se, assim, a eficiência de coleta para várias posições dentro da faixa de aplicação da máquina. Os resultados obtidos mostraram que a eficiência de coleta variou significativamente através da faixa de aplicação da máquina. As partículas maiores ricochetearam muito mais que as partículas menores, porém os produtos de partículas pequenas mostraram diferenças significativas na eficiência de coleta; além disso, os resultados mostraram tendência do ricochete de partículas ser tanto maior quanto mais se distanciar da faixa central de aplicação.

De acordo com Whitney et al. (1987) a quantidade de produto retido por um coletor é função das propriedades físicas da partícula (densidade e tamanho), das características do coletor (tamanho, forma e altura do solo), da habilidade de absorver energia do coletor (superfície interna), da velocidade do vento e das características da superfície onde os coletores estão dispostos. De acordo com os autores, aumentando-se a área dos coletores, apresenta-se tendência de redução dos efeitos do ricochete de partículas nos resultados, tanto para dentro, quanto para fora do coletor, porém o peso dos coletores, a facilidade de transporte e armazenamento e a praticidade de se retirar amostras dos mesmos, usualmente ditam o seu tamanho. Para reduzir os efeitos do ricochete, os autores relacionaram as seguintes precauções: as extremidades da face superior devem possuir a menor espessura possível; a superfície interna dos coletores deve possuir a habilidade de absorver energia; a altura dos coletores deve ser suficiente para impedir o ricochete de partículas para dentro.

Whitney et al. (1987) destacaram, no intuito de se produzir resultados confiáveis em ensaios de distribuidores a lança, o desempenho dos coletores ser avaliado ou conhecido com antecedência.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a necessidade ou não da utilização dos dispositivos, para se evitar ricochete em coletores de plástico, auxiliando na definição de uma

metodologia mais adequada ao ensaio de aplicação de corretivos/fertilizantes a lança.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se um distribuidor de arrasto com mecanismo dosador volumétrico e mecanismo distribuidor centrífugo de dois discos, acionados pela tomada-de-potência do trator.

A granulometria dos produtos foi determinada utilizando-se peneiras de 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 e 4,5 mm e a umidade foi determinada através da relação entre massa de água sobre massa total, realizando-se a secagem das amostras por 24 h em estufa à 105°C; determinou-se, também, a densidade, através da relação entre massa e volume da amostra e o ângulo de repouso foi obtido colocando-se o material, através de um funil, em um recipiente de vidro, obtendo-se então um triângulo retângulo. Os catetos foram medidos obtendo-se, a partir daí, o valor do ângulo de repouso do produto. Obtiveram-se as condições climáticas através do psicrômetro (temperatura e umidade relativa) e de um anemômetro digital (velocidade do vento).

O calcário e a uréia foram selecionados para o ensaio devido às diferenças que apresentam em relação à possibilidade de ricochete de partículas; enquanto no calcário predominam partículas pequenas de alta densidade, na uréia predominam partículas maiores, porém de menor densidade.

Os coletores utilizados nos ensaios foram obtidos por moldagem a vácuo a partir de placas de polietileno de 4 mm; as dimensões seguem os critérios estabelecidos pela norma ISO 5690/1 (1982).

O distribuidor utilizado, de acordo com Coelho et al. (1992) apresenta faixa de aplicação grande, com maior concentração de produto na faixa central, decrescendo nas laterais. Para a realização do ensaio, consideraram-se três regiões da largura total de aplicação da máquina. As posições analisadas foram: faixa central de aplicação, 3 e 6 m à direita e 3 e 6 m à esquerda.

Para se avaliar a influência do tipo de cobertura utilizada para evitar o ricochete das partículas do produto nos coletores foram avaliados três dispositivos que foram comparados com o tratamento-testemunha, sem qualquer cobertura. Os materiais utilizados foram determinados em função do tamanho da malha.

As características das coberturas utilizadas foram: malha 1 (sombrite 18%); malha 2 (sombrite 30%); e malha 3 (malha plástica 12,7 mm). Na Figura 3 pode-se visualizar os tipos de malha utilizados no ensaio, em escala real.

O trabalho foi conduzido durante o ano de 1999, nas dependências da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP. Realizou-se o ensaio em superfície plana. A colocação dos coletores e dos tratamentos foi realizada

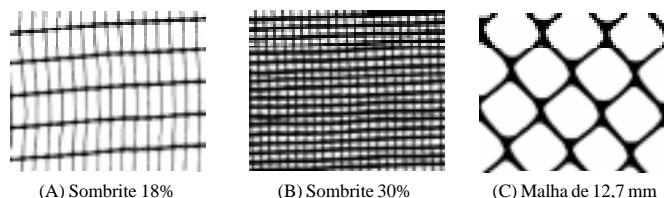


Figura 3. Visualização dos materiais utilizados nos ensaios como dispositivos para evitar o ricochete das partículas dos produtos aplicados (escala 1:1)

conforme o croqui apresentado na Figura 4 e, em cada ponto amostral, foram dispostos três coletores, sendo que apenas o central foi considerado nas mensurações, enquanto os dois externos serviram apenas para simular a condição normal de vizinhança entre coletores, como nos ensaios de rotina. A velocidade de trabalho do conjunto foi de $2,3 \text{ m s}^{-1}$ em todos os ensaios.

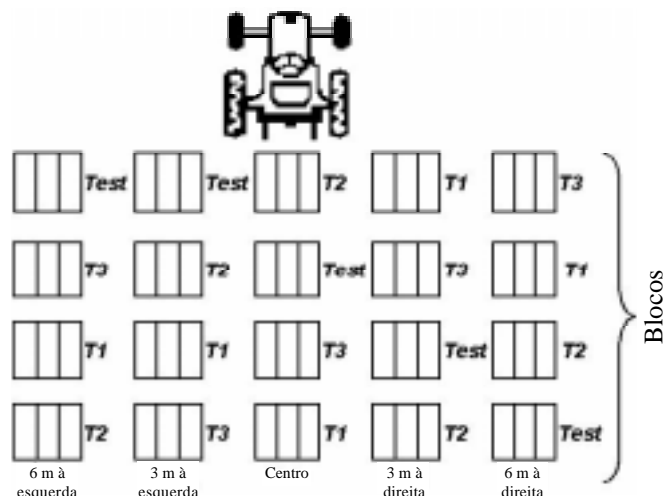


Figura 4. Croqui dos ensaios de campo

A curva de calibração da vazão do mecanismo dosador da máquina utilizada nos ensaios foi obtida em trabalhos paralelos. Com tal informação foram fixadas as posições para uma dosagem estimada de 3000 kg ha^{-1} para o calcário e de 160 kg ha^{-1} para a uréia.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos, sendo uma testemunha (Test) e oito blocos, em função da distância dos coletores da linha de centro da máquina distribuidora.

Após cada passagem, realizou-se a coleta do produto existente nos coletores centrais de cada grupo, para a posterior pesagem do produto. Procedeu-se, desta forma, totalizando oito repetições. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise da variância e, as médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey, com a finalidade de determinar se a quantidade de produto nos coletores diferiram ou não em função do tipo e da utilização, ou não, das malhas, para o amortecimento das partículas de calcário e uréia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização dos produtos utilizados nos ensaios é apresentada na Tabela 1. Os resultados da análise de granulometria do calcário mostraram que o produto tinha grande concentração de partículas entre 0,1 e 0,5 mm e que não havia

nenhuma partícula maior que 4,5 mm. O ângulo de repouso do corretivo de $34,8^\circ$ foi relativamente baixo, devido a baixa umidade que apresentava por ocasião dos ensaios.

Tabela 1. Propriedades físicas dos produtos utilizados nos ensaios

Propriedade Física	Porcentagem que Passou na Peneira	
	Calcário	Uréia
Granulometria (mm)		
< 0,1	28,67	0,0
0,1 a 0,5	45,38	12,80
0,5 a 1,0	18,06	6,38
1,0 a 2,0	7,03	32,10
2,0 a 4,0	0,86	48,04
4,0 a 4,5	0,0	0,69
> 4,5	-	-
Massa específica (kg m^{-3})	1890	890
Umidade (%)	6,4	1,51
Ângulo de repouso ($^\circ$)	34,8	33,0

A granulometria da uréia concentrou-se em partículas de 1,0 a 4,0 mm, apresentando um padrão de partículas maior que o calcário, embora de menor densidade. O ângulo de repouso da uréia foi semelhante ao do calcário.

Por ocasião da realização do ensaio utilizando calcário, realizado no dia 10 de dezembro de 1998, a temperatura do ar foi de 28° C e a umidade relativa de 84%, com ventos variando de $0,4$ a $0,9 \text{ m s}^{-1}$. O ensaio com uréia foi realizado no dia 28 de janeiro de 1999, quando a temperatura do ar foi de 32° C , a umidade relativa de 79% e os ventos variaram de $0,8$ a $1,3 \text{ m s}^{-1}$.

Os resultados da quantidade de calcário depositado nos coletores são apresentados na Tabela 2, e mostraram que as quantidades do corretivo não diferiram significativamente em função do tipo de malha utilizada ou da utilização ou não de malhas para amortecer o impacto das partículas.

Este resultado era, de certa forma, esperado, devido à granulometria do calcário, já que o produto possuiu 74,05% de partículas pequenas (0,1 a 0,5 mm). Sabe-se que, a quantidade de energia cinética de uma partícula é diretamente proporcional à sua massa; sendo assim, a quantidade de energia cinética presente nas partículas de calcário, quando arremessadas, foi pequena, tornando desnecessária a utilização de um dispositivo especial para a sua absorção.

Na Tabela 3, apresentam-se os resultados do ensaio utilizando a uréia. Eles evidenciam que a utilização de malhas para amortecimento do impacto das partículas teve influência significativa nas quantidades do fertilizante encontrado em cada coletor, com exceção da faixa central de aplicação, em que as quantidades não diferiram a 1% de probabilidade.

A uréia apresentou partículas grandes, de 2 a 4 mm na sua maioria, que podiam ricochetear para o coletor adjacente, em função de sua maior inércia de movimento, no momento

Tabela 2. Quantidade média de produto recolhido em cada coletor para o ensaio utilizando calcário

Posição do Coletor	Produto Recolhido (g)				Prob. > F
	Testemunha	Sombrite 18%	Sombrite 30%	Malha de 12,7 mm	
6 m à direita	2,88	1,71	2,50	2,07	0,2624
3 m à direita	35,71	36,31	40,00	36,58	0,1191
Centro	59,29	56,89	46,94	46,35	0,5022
3 m à esquerda	33,96	33,38	31,96	31,57	0,1869
6 m à esquerda	2,45	3,30	3,30	2,83	0,1161

Tabela 3. Quantidade média* de produto recolhido em cada coletor para o ensaio utilizando uréia

Posição do Coletor	Produto Recolhido (g)*				Prob. > F
	Testemunha	Sombrite 18%	Sombrite 30%	Malha de 12,7 mm	
6 m à direita	0,15 b	0,14 b	0,29 a	0,22 ab	0,2624
3 m à direita	3,14 c	6,20 a	3,17 c	4,06 b	0,1191
Centro	72,46	62,54	62,70	66,21	0,5022
3 m à esquerda	3,26 c	7,33 a	3,99 bc	4,63 b	0,1869
6 m à esquerda	0,32 b	0,42 b	0,64 a	0,40 b	0,1161

* Médias seguidas de letras distintas diferem a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey

do lançamento pela máquina, quando comparada com as partículas de calcário. Parish (1996) também constatou que as partículas maiores possuem maior capacidade de ricochetear.

Observou-se, com exceção da faixa central de aplicação, tendência de menor quantidade do fertilizante coletado nos coletores-testemunha, onde não foi usada nenhuma malha, tanto do lado direito quanto do lado esquerdo, para as duas distâncias analisadas; além disso, pode ser função de ricochete de partículas para fora dos coletores; já na faixa central, onde a direção de lançamento das partículas é predominantemente coincidente com o eixo longitudinal dos coletores, o efeito do ricochete não foi detectado.

No entanto, com os resultados obtidos, não houve um tratamento que se destacasse dentre as três coberturas, como o mais eficiente em absorver os impactos. A malha de 12,7 mm, por ser a mais prática no manuseio, poderia ser utilizada para esse fim.

CONCLUSÕES

1. Por meio dos ensaios realizados e dos resultados obtidos, concluiu-se que a natureza física do produto influi no ricochete de suas partículas em ensaios de máquinas de distribuição a lanço, e quanto maior o tamanho e, conseqüentemente, a massa da partícula, maior também a possibilidade de ricochete.

2. Não houve cobertura que se destacasse como a mais eficiente.

3. No caso de ensaios com coletores de plástico utilizando-se o calcário, pode-se dispensar o uso de dispositivos para evitar ricochete; quando se utiliza uréia, o uso dos mesmos é necessário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE - American Society of Agricultural Engineers. Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders. ASAE Standards. St. Joseph, 1996. 3p.
- COELHO, J.L.; MOLIN, J.P.; GADANHA JÚNIOR, C.D. Avaliação do desempenho operacional de mecanismos distribuidores-dosadores na aplicação do fosfogesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE GESSO NA AGRICULTURA, 2. 1992, Uberaba. Anais... Uberaba: Ibrafos, 1992. p.83-103.
- ISO - International Organization for Standardization. Equipment for distributing fertilizers: Test methods – Part 1: Full width fertilizer distributors. Geneva, 1982.
- MILAN, M.; GADANHA JUNIOR, C.D. Ensaio e certificação das máquinas para aplicação de adubos e corretivos. In: MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas: Ensaio & certificação. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. 722p. Cap. 10.
- PARISH, R.L. Particle size effects on collection efficiency across spreader pattern test. Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v.12, n.5, p.527-529, 1996.
- WHITNEY, R.W.; ROTH, L.O.; KUHLMAN, D.K. Performance of selected granular collectors. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.30, n.2, p.338-342, 1987.