

Otimização de um distribuidor de calcário por gravidade

Raimundo Pinheiro Neto^{1*}, Natanael Vitor de Oliveira² e Felipe Cesar Campos Cabeleiro³

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá-Paraná, Brazil.

²Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, 58109-970, Campina Grande-Paraíba, Brazil. ³Empresário Agrícola. Mestre em Engenharia Mecânica, Av. Arambé 59, 85857-420, Foz do Iguaçu-Paraná, Brasil. *Author for correspondence.

RESUMO. O objetivo do presente trabalho foi modificar o distribuidor do tipo IMASA, convencionando-se chamar este novo equipamento como máquina e/ou distribuidor otimizado. Um distribuidor de calcário convencional foi utilizado como referencial de análise dos dados para comparação da eficiência da máquina otimizada. Deste modo adotaram-se como elementos de teste de duas máquinas doze parcelas de 3m x 50m para cada máquina, e cargas de 750, 1500 e 3000 kg de calcário. Em seguida quantidades de calcário distribuídas foram coletadas em recipientes numerados e posteriormente pesadas para os dois tipos de máquina. Adotou-se como base estatística para o estudo dos dados um modelo matemático baseado na análise de variância fatorial, em que se consideraram como parâmetros principais as máquinas, como sendo o primeiro fator, e os níveis de cargas utilizados como sendo o segundo fator. Como conclusão principal verificou-se que o distribuidor de calcário projetado e otimizado apresentou melhor distribuição em relação à uniformidade de aplicação e à quantidade requerida para as faixas de cargas pesquisadas em comparação com o distribuidor de calcário convencional.

Palavras-chave: distribuidor, calcário, gravidade.

ABSTRACT. Optimization of a gravity-operated limestone distribution equipment.

Changes in the mechanism of the IMASA limestone distribution equipment are provided. (The modified equipment has been called optimized machine or optimized distributor). A conventional limestone distribution equipment has been used as a source of standard data for analyzing and comparing the efficiency of conventional and optimized machines. Field experimentations have been performed in twelve strips of land (3 by 50 meters) by both machines, loaded with 750, 1500 and 3000 kg of limestone, respectively. Limestone distributed by machines have been collected into numbered containers and weighed. A mathematical model based on the factorial variance analysis has been adopted as the statistical basis for treating current research data. Major parameters comprise machines and load levels, as first and second factors, respectively. Optimized limestone distribution equipment exhibited a better uniformity of distribution and quantity closer to specifications when compared with conventional equipment for the load levels currently investigated.

Key words: distribution equipment, limestone, gravity.

A prática da calagem é incluída necessariamente em todos os programas agrícolas que visem o aumento da produção de alimentos, pois a maioria dos solos brasileiros são ácidos, limitando o rendimento das principais culturas utilizadas pelo homem (Mohr, 1960 e Souza, 1970).

Vários estudos realizados por Mello, 1985, Leprevost, 1986 e Malavolta, 1986, visando determinar as causas da deficiência na utilização de calcário, mostram que as medidas a serem tomadas

para o fomento de sua aplicação incluem a utilização de máquinas distribuidoras.

Os distribuidores centrífugos são muito utilizados na calagem, porém apresentam problemas de distribuição desuniforme e segregação de partículas, sofrem a ação do vento na distribuição e possuem baixa capacidade operacional pela limitada largura de trabalho que apresentam (Silveira, 1989).

O calcário é liberado em queda livre no solo, formando "filetes contínuos" na superfície. O tipo

de distribuidor mais comum é aquele em que a largura da faixa de deposição coincide com a largura do reservatório o qual apresenta formato trapezoidal com uma série de aberturas na parte inferior, formando diversos filetes paralelos, cujo número depende da capacidade da máquina, conforme pode ser observado na Figura 1.

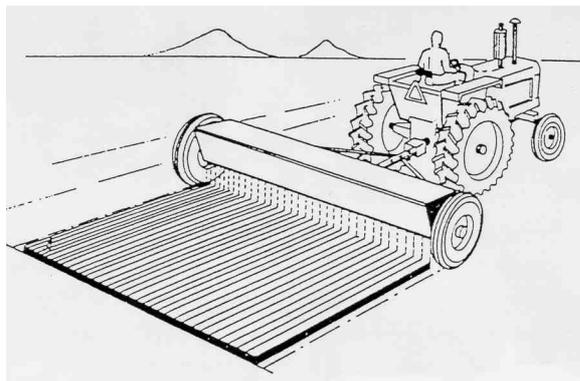


Figura 1. Distribuidor de calcário por gravidade

Fonte: Manuais para Educacion Agropecuaria, 3. ed, 1985

No equipamento de arrasto, no qual as rodas transportadoras movimentam também o mecanismo distribuidor (caracol), situado no fundo do reservatório, cuja função é impelir o calcário pelas aberturas soldadas em sua superfície, existem várias aletas, que podem ser circulares ou retangulares com disposição helicoidal, Figuras 2a e 2b.

Segundo Silveira (1989), a eficiência dos sistemas mecânicos de distribuição são praticamente equivalentes. A variação da quantidade a ser distribuída depende do diâmetro dos orifícios existentes na parte inferior do depósito. A regulagem dessa abertura é manual e pode ser feita por um registro inferior tipo régua, através de uma alavanca com piques de regulagem, ou pela troca de engrenagens. Dependendo do tipo, o distribuidor poderá possuir 18, 24 ou mais saídas, com furos de 30 mm.

O reservatório ou caçamba pode ser projetado com a parte traseira mais baixa para facilitar o abastecimento da máquina. Uma das vantagens desse distribuidor é que, funcionando a pouca distância do solo, reduz a dispersão do corretivo pelo vento (Silveira, 1989).

Silveira (1989) também estabelece que a largura de trabalho deverá variar entre 2,2 a 3,5 metros; a capacidade do reservatório deverá ser de 500 a 3500 kg e o peso da máquina ter entre 250 a 720 kg. O ideal, segundo o mesmo autor, é que o sistema de distribuição permita aplicar doses de 300 a 7000 kg/ha⁻¹.

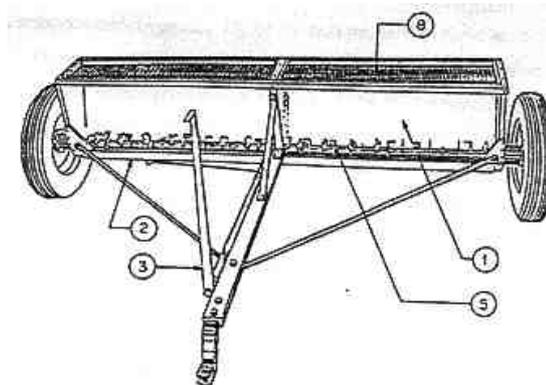


Figura 2a. Detalhes do distribuidor por gravidade

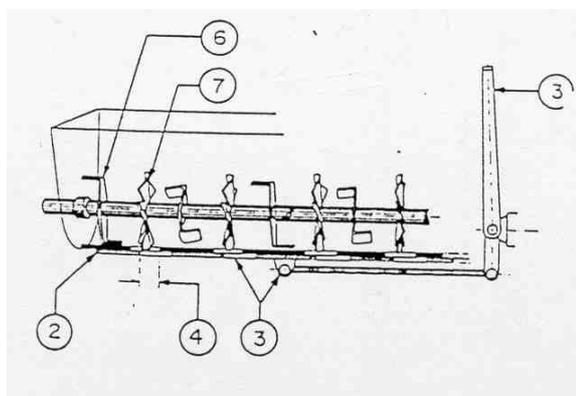


Figura 2b. Detalhes do distribuidor por gravidade. 1 - Reservatório, 2 - Base do reservatório, 3 - Alavanca para ajuste de dosificação, 4 - Abertura para saída do calcário, 5 - Eixo do mecanismo de alimentação, 6 - Agitador do Calcário, 7 - Alimentador do calcário, 8 - Malha granulométrica

Fonte: Manuais para Educacion Agropecuaria, 3. ed, 1985

Delgado (1990) afirma que, apesar de esse tipo de equipamento ter boa uniformidade de distribuição, apresenta baixa capacidade de trabalho, devido à reduzida largura da máquina e à dificuldade de ser transportada entre as parcelas.

O objetivo deste trabalho foi modificar e analisar um distribuidor de calcário por gravidade, a campo, introduzindo-se no interior do reservatório chapas defletoras e agitadores, visando melhorar a eficiência de distribuição do corretivo.

Material e métodos

O distribuidor otimizado foi projetado na Universidade Estadual de Maringá e desenvolvido na Oficina Mecânica Traversa S/A - Máquinas, Motores, Maringá, Paraná.

O protótipo é constituído de caracol, e aberturas, mecanismos de regulagem, depósitos de calcário, agitadores, calha, rodas transportadoras com pneus 185/85/ R-15, estão acoplados no reservatório através

de mancais. O eixo de cada roda tem 25 mm de diâmetro e 330 mm de comprimento e eles são responsáveis também pelo acionamento do sistema de distribuição de calcário.

Os ensaios de avaliação de campo foram realizados em 24 parcelas medindo 3,0 x 50 m, em área correspondente a 1.800 m² de solo de textura argilosa, classificado como Terra Roxa Estruturada (Raij, 1981) da Fazenda Experimental Iguatemi, pertencente a Universidade Estadual de Maringá, durante o período de julho a agosto de 1994.

As parcelas para cada máquina (otimizada e convencional) com 3 tratamentos (3000, 1500 e 750 kg), com quatro repetições, totalizam 24 parcelas. A aplicação de calcário com o distribuidor otimizado para os níveis de carga de 750, 1500 e 3000 kg, correspondem respectivamente a 93% (1260 kg), 97% (1312 kg) e 99% (1331 kg). Entretanto no distribuidor convencional, para os níveis de cargas de 750, 1500 e 3000 kg, correspondem respectivamente a 63% (856 kg), 65% (874 kg) e 97% (1309 kg). A fim de avaliar a quantidade de calcário a ser distribuída por cada implemento, foram identificados e dispostos lado a lado 26 vasos plásticos em uma caixa de madeira que se encontrava acoplada entre as rodas do implemento, de maneira que o corretivo passasse pelos orifícios de saída e caíssem no interior dos mesmos vasos para pesagem Harris *et al.* (1977), Silveira (1989) e Hunt (1991).

O delineamento experimental utilizado para geração de dados foi do tipo Fatorial 2x3x4 (Montgomery, 1984), em que a variável dependente é a quantidade de calcário distribuída e os fatores em estudo são:

- Tipo de máquina com dois níveis (convencional e otimizada);
- Nível de carga do reservatório com três níveis (750, 1500 e 3000 kg).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 apresentam-se as médias observadas em cada parcela para os dois tipos de máquina (convencional e otimizada) e os respectivos níveis de carga (750, 1500 e 3000 kg). A seguir, são apresentados os gráficos correspondentes a esses dados na Figura 3.

Tabela 1. Quantidade Média de Calcário Distribuída por Tratamento em kg

	NC	750 kg	1500 kg	3000 kg
TM				
Convencional		0,48	0,50	0,75
Otimizada		0,72	0,75	0,76

Nota: NC - Níveis de carga, TM - Tipos de máquinas

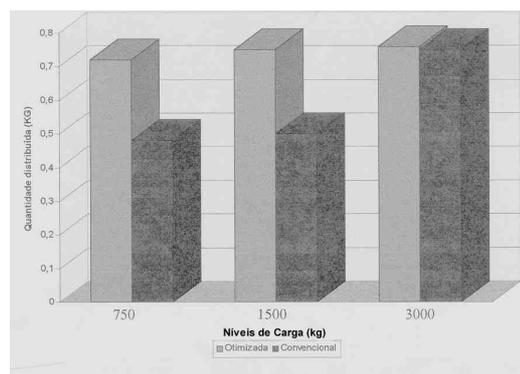


Figura 3. Médias observadas em cada parcela para os dois tipos de máquina e os respectivos níveis de carga

De acordo com os resultados obtido na Tabela 2 verifica-se que a quantidade média de calcário distribuída no nível de carga com 3000 kg é maior do que a do nível de carga com 1500 kg, que por sua vez é maior que a do nível de carga com 750 kg.

Observa-se na Figura 3 que a quantidade de calcário distribuída pela máquina otimizada foi superior à convencional para os níveis de 750 e 1500 kg de carga e inferior no de 3000 kg.

Tabela 2. Comparações múltiplas no estudo da quantidade média de calcário distribuída nos níveis de carga segundo o método de Tukey

N	Níveis de carga (kg)	Médias (kg)	Grupamento
624	3000	0.7616	a
624	1500	0.6305	b
624	750	0.6051	c

Nota: $\alpha = 0,05$, D.M.S. (Diferença mínima significante) 0,011

Analisando-se os resultados da Tabela 3, verificou-se que nos níveis de carregamento de 750 a 1500 kg, a quantidade média distribuída é maior para a máquina otimizada (Figuras 4, 5 e 6); e no nível de carga com 3000 kg, apesar de ser mais alto, a quantidade média de calcário distribuída pelas máquinas, otimizada e convencional não é significativa, como é mostrada na Figura 6.

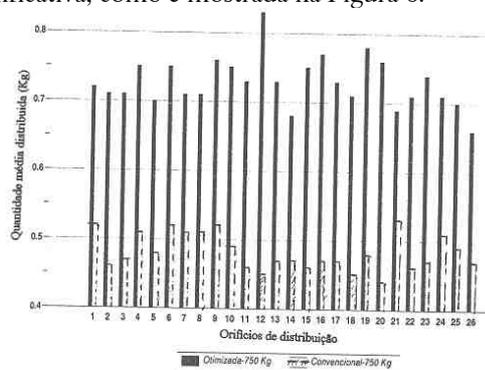


Figura 4. Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carga de 750 kg

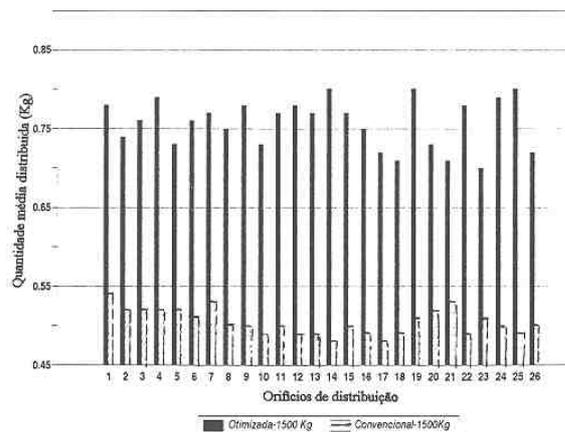


Figura 5. Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carga de 1500 kg

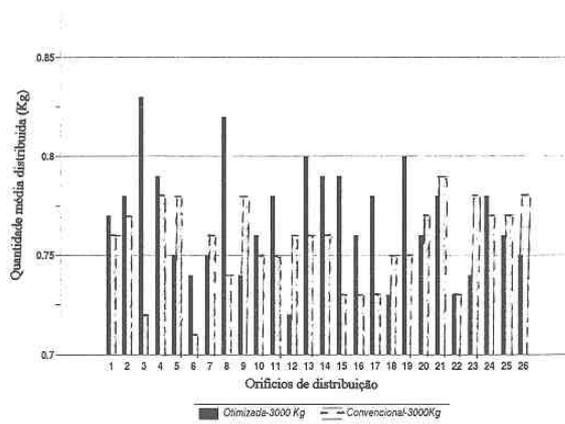


Figura 6. Quantidade média distribuída por orifícios para as máquinas otimizada e convencional ao nível de carga de 3000 kg

De acordo com a Tabela 3 tem-se que: as quantidades de calcário distribuídas por orifício não diferem estatisticamente dos níveis de cargas de 1500 e 3000 kg para as máquinas otimizada e convencional. E no nível de carga de 750 kg, a quantidade média de calcário distribuída por orifício não é a mesma para as duas máquinas (convencional e otimizada), sendo significativamente mais alta para a máquina otimizada.

Tabela 3. Resultados das análises de variância

Tipos de Máquina	Níveis de Carga (kg)	Médias	F	P
Convencional	3000	0,7551	0,74	0,817
	1500	0,5041	0,97	0,502
	750	0,4822	1,61	0,035*
Otimizada	3000	0,7680	0,89	0,619
	1500	0,7569	1,00	0,468
	750	0,7228	1,64	0,0031*

$\alpha = 0,05$, * - significativo ao nível de 5%, $F_{25,286,0,05} = 1,52$

Referências bibliográficas

- Delgado, L.M. Técnicas mecânicas para el laboreo del suelo e implantacion de los cultivos. ETSIA, p. 111-129. Madrid, 1990.
- Harris, A.G.; Mucle, T.B.; Shaw, J.A. *Máquina Agrícola*. Editorial Acribia, p. 194-215, Zaragoza, España, 1977.
- Hunt, D. *Máquina Agrícola*. Editora Limusa, p. 155-162. México, 1991.
- Leprevost, A. *Corretivos para a acidez dos solos agrícolas*. Boletim Técnico, Instituto de Tecnologia do Paraná, n.º 49, p. 29. Curitiba, 1986.
- Malavolta, E. *A Prática da calagem*. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, 6.ed. p. 45. São Paulo, 1986.
- Mello, F.A.F. *Origem, natureza e componentes da acidez do solo: critério para calagem*. In: Malavolta, E. Seminário sobre corretivos agrícolas. Fundação Cargill, p. 67-93. Campinas, 1985.
- Mohr, W.A. A influência da acidez sobre a fertilidade dos solos. I Congresso Nacional de Conservação dos Solos, p. 1-23. Campinas, São Paulo, 1960.
- Montgomery, D.C. *Design and analysis of experiments*. Editora John Wiley & Sons, 1984.
- Rajj, B. Nam. *Avaliação da fertilidade do solo*. Instituto do Potasso e Fosfato. Instituto Internacional do Potasso, p. 142. Piracicaba-SP, 1981.
- Silveira, G.M. *As Máquinas para plantar*. Editora Globo, p. 257, Rio de Janeiro, 1989.
- Souza, L.F. *Acidez e calagem dos solos - perguntas e respostas*. Ministério da Agricultura, p. 21. Cruz das Almas, BA, 1970.

Received on May 31, 2000.

Accepted on August 31, 2000.