

Variação da regulação das aletas na aplicação de calcário

Alam Diogo Sagrilo¹, Helton Aparecido Rosa²

Resumo: Atualmente o Brasil vem crescendo na produção de alimentos, o que tem aumentado a busca por territórios de cultivo, porém a grande maioria dos solos brasileiros apresenta acidez elevada, sendo utilizada a calagem para correção de solo. A chegada da agricultura de precisão tornou a calagem mais eficiente e tecnificada, pois ela possibilita um melhor aproveitamento do solo em relação à qualidade de aplicação. O presente estudo teve como objetivo avaliar a calibragem do distribuidor centrífugo de corretivos e fertilizantes e assim definiu-se qual apresentou mais eficiência na distribuição do produto. O experimento foi realizado em uma propriedade no município de Céu Azul - PR. Os parâmetros avaliados foram: coeficiente de variação e largura efetiva de trabalho. Para elaborar o perfil de distribuição foram utilizados coletores conforme ISO 5690/1 e a norma ASAE S341.2. Após a coleta foram pesados em balança de precisão e os valores foram inseridos no software Adulção para avaliação do perfil de distribuição, sendo estes dados comparados por estatística descritiva. A partir dos resultados obtidos neste trabalho conclui-se que utilizando uma largura efetiva de trabalho de 7,5 metros, é possível obter um coeficiente de variação de aproximadamente 10,22%, sendo esta a melhor regulação para o rendimento na aplicação do calcário.

Palavras-chave: distribuição, precisão, calagem.

Change the setting of the fins in lime application

Abstract: Currently, Brazil has been growing in food production, which has increased the search for cultivation territories, however the great majority of Brazilian soils has high acidity, and liming for soil correction is used. The arrival of precision agriculture has made liming more efficient and technified, since it allows a better use of the soil in relation to the quality of application. The present study had as objective to evaluate the calibration of the centrifugal distributor of correctives and fertilizers and thus was defined which presented more efficiency in the distribution of the product. The experiment was carried out in a property in the municipality of Céu Azul - PR. The parameters evaluated were: coefficient of variation and effective working width. To prepare the distribution profile, collectors according to ISO 5690/1 and ASAE S341.2 were used. After the collection were weighed in precision scale and the values were inserted in the software Adulção to evaluate the distribution profile, being these data compared by descriptive statistics. From the results obtained in this work it is concluded that using an effective working width of 7.5 meters, it is possible to obtain a coefficient of variation of approximately 10.22%, which is the best regulation for the yield in the application of limestone.

Key words: distribution, precision, liming.

¹ Acadêmico do curso de agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz. alamdiogo@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola. Mestre em Energia na Agricultura. Professor de Agronomia no Centro Universitário Assis Gurgacz. helton@fag.edu.br

Introdução

A agricultura brasileira tem se mostrado nos últimos anos mais tecnificada e dinâmica, utilizando-se de novos artifícios como o uso de equipamentos e serviços mais avançados, visando o aumento de produtividade de forma econômica e correta. A agricultura de precisão é uma dessas novas formas de trabalho, pois visa tornar as atividades agrícolas mais precisas.

O principal conceito da agricultura de precisão é a aplicação no lugar certo, na hora certa e na quantidade do produto a ser aplicado para produção, que vem se fazendo em áreas cada vez menores, sempre utilizando a tecnologia a seu favor e custos que permitam fazer esse trabalho (DODERMANN e PING, 2004).

Segundo Tschiede e Ferreira (2002), a evolução da informática, tecnologias em geoprocessamento, sistemas de posicionamento global e muitas outras tecnologias estão proporcionando à agricultura uma nova forma de se enxergar a propriedade.

Um das ferramentas mais utilizadas da agricultura de precisão é a aplicação da taxa variável, que segundo Saraiva *et al.* (1998), estão divididos entre espalhadores de sementes, espalhadores de fertilizantes, pulverizadores de pesticidas e espalhadores de calcário.

No Brasil, a aplicação de calcário é predominantemente feita em superfície total. Os equipamentos disponíveis para aplicação de produtos em pó são equipados com mecanismos distribuidores de queda livre (filete contínuo), mecanismo de inércia (pêndulo) e em maior quantidade, os centrífugos (discos rotativos), (HACHUY, 2008).

A variação das posições das aletas sobre o disco de distribuição tem influencia direta no perfil de distribuição transversal dos produtos, quando as aletas são atrasadas tendem a diminuir a largura de trabalho do distribuidor e quando avançadas afetam a qualidade de distribuição, (BERNACKI e KANAFOJSKI, 1972). As aletas servem para distribuir o produto desejado, elas se localizam nos discos rotativos, onde possuem determinadas regulagens para determinados produtos, oferecendo uniformidade de aplicação tanto com mais ou menos dosagem (STARA, 2010).

As práticas da calagem e adubação assumem lugar de destaque, sendo responsáveis por cerca de 50% dos ganhos de produtividade das culturas, necessitando, assim, serem feitas do modo mais eficiente possível. Para que esse objetivo seja atingido, cabe ao agricultor a aplicação de conceitos básicos que envolvem a eficiência dos fertilizantes e corretivos agrícolas e o comportamento desses no sistema solo, planta e atmosfera, com o intuito de maximizar os retornos sobre o investimento, (LOPES e GUILHERME, 1992). Ou seja, a qualidade de aplicação é um fator fundamental nessa questão, pois deve ser feita de forma

correta, sempre buscando ferramentas e informações adequadas com objetivo de evitar perdas e trazer melhorias na aplicação.

Para Ortiz-Cañavate (2003), os distribuidores centrífugos possuem uma fácil regulagem e alta capacidade operacional sendo que a maioria utiliza-se discos como lançadores, utilizando a energia gerada através da tomada de força do trator, gerando energia para lançar as partículas em uma distância considerável, sendo que produtos leves como sementes sejam lançados a menores distâncias e produtos mais pesados como o calcário a distâncias maiores, aumentando assim a largura de aplicação.

A largura efetiva é denominada através de ensaios padronizados existindo procedimentos que devem ser seguidos como a norma ISO 5690/1 e a norma ASAE S341.2, sendo que ambas estabelecem as condições de trabalho, equipamentos, do produto a ser testado e da metodologia a ser estabelecida. De acordo com as normas ISO e ASAE, o processo que será usado para a determinação da largura efetiva de trabalho baseia-se no coeficiente de variação (CV) como uma medida da desuniformidade da dose aplicada com a sobreposição de passadas, sendo que nenhuma das normas estabelece um CV mínimo como padrão (WERNER *et al.*, 2007).

Para Valdez (1978), um coeficiente de variação de 33% já é satisfatoriamente uniforme não afetando o rendimento da cultura. O autor ainda considera coeficiente de variação satisfatório de 20% para fertilizantes granulados e de 30% para materiais pulverulentos.

Por outro lado, é considerada a distribuição do coeficiente de variação muito bom até 10%, bom até 20%, regular até 33% e ruim acima de 33% (WEISS, 1986). Concordando, Dallmayer (1985), menciona que a Sociedade de Agricultura alemã não reconhece distribuidores centrífugos que apresentam um perfil transversal onde o coeficiente de variação fica acima de 12,5%.

Objetivo do presente trabalho foi avaliar as diferentes calibragens de um distribuidor com discos centrífugos duplos, na aplicação de calcário.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma propriedade localizada no município de Céu Azul – Paraná, latitude 25°06'45"S e longitude 53°50'35"W, com precipitação média anual de 1.400 mm e temperatura média de 19°C. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, com textura argilosa a muito argilosa, relevo suavemente ondulado, substrato basalto (EMBRAPA, 2006). O clima da região apresenta-se como temperado mesotérmico e

111 super úmido, tipo climático Cfa (koppen). Área de cultivo anual em sistema de plantio direto,
 112 não tendo cultura estabelecida no local durante o experimento.

113 O vento é outro fator caracterizado na faixa de distribuição sendo que a velocidade do
 114 vento não deve ser superior a 2 m/s e umidade do ar não podendo ultrapassar 80%. Outra
 115 norma seguida que se trata da caracterização do produto, procedimentos de ensaio e
 116 apresentação dos resultados é a ASAE S341.2 (ASAE, 1995), norma oficial.

117 Os tratamentos consistiram de 7 calibragens das aletas dos discos do distribuidor
 118 centrifugo. Foram utilizados nos ensaios 30 bandejas dispostas metade para cada lado, cada
 119 bandeja com as seguintes dimensões: 500x500mm de lado e 150 mm de altura sendo
 120 dispostas lado a lado no sentido transversal, conforme ISO 5690/1 (ISO, 1982).

121 No ensaio foi utilizado um trator John Deere modelo 7515 com tração dianteira
 122 auxiliar, tendo potencia de 145 CV. Junto a ele foi acoplado um distribuidor de arrasto Stara
 123 modelo Hércules 7000 inox, com discos centrífugos duplos e kit para aplicação a taxa
 124 variável, com capacidade de 7 toneladas e volume de 3,9m³ e largura máxima de trabalho de
 125 14m, acoplado a tomada de força do trator. Durante a realização do trabalho ele foi abastecido
 126 até 50% da capacidade.

127 Os produtos coletados nas bandejas foram recolhidos e pesados em balança de
 128 precisão para gerar as informações que posteriormente foram lançadas no programa Adulção
 129 versão 3.1, sendo gerados histogramas de representação de perfil de distribuição de toda
 130 extensão depositada, coeficiente de variação, definindo assim largura útil de trabalho. Após a
 131 coleta dos dados os mesmo foram avaliados por estatística descritiva com auxílio do Excel.

132 A experimentação realizada neste trabalho foi dividida em seis testes, sendo cada um
 133 deles realizados com diferentes aletas, tamanhos e furos, como representados na figura 1.

134 **Quadro 1** – Testes efetuados a campo.

Testes	Aletas	Tamanho	Furo
1	2	27 cm	2
	4		3
2	6	27cm	1
3	2	27cm	2
	4		1
4	2	24cm	2
	2	27cm	2
	2		1
5	2	24cm	2
	2		1
	2	27cm	1

6	4	24cm	1
	2	27cm	1
7	4	24cm	1
	2	27cm	1

Resultados e Discussão

Na tabela 2 estão apresentados os sete testes que foram realizados a campo, com o objetivo de procurar o melhor CV e largura efetiva de aplicação. Dentro destes testes o que se mostrou mais eficiente foi o teste 6 que apresentou resultados próximo as características desejadas pela literatura.

Tabela 2- Testes de calibração com CV e largura efetiva de aplicação.

	Coletor	Largura de aplicação (m)	Alternado direito (CV)	Alternado esquerdo (CV)	Contínuo(CV)
Teste 1	15	7,5	20,81	47,85	38,03
Teste 2	15	7,5	38,12	40,13	61,07
Teste 3	15	7,5	29,71	24,00	26,64
Teste 4	15	7,5	48,29	23,88	44,97
Teste 5	15	7,5	26,14	19,70	21,95
Teste 6	15	7,5	11,33	13,18	10,26
Teste 7	15	7,5	28,81	15,99	25,60

Segundo Ortiz-Cañavate (2003), para que o CV seja aceitável é necessário que não ultrapasse os 15%. Se estiver entre 5 e 10% é considerado bom, e se estiver abaixo de 5% o autor considera que a distribuição é muito boa.

Segundo Primo *et al.* (2008) para testar largura de trabalho e uniformidade de distribuição os produtores encontram dificuldade, pois necessitam de equipamentos, recursos e métodos complexos.

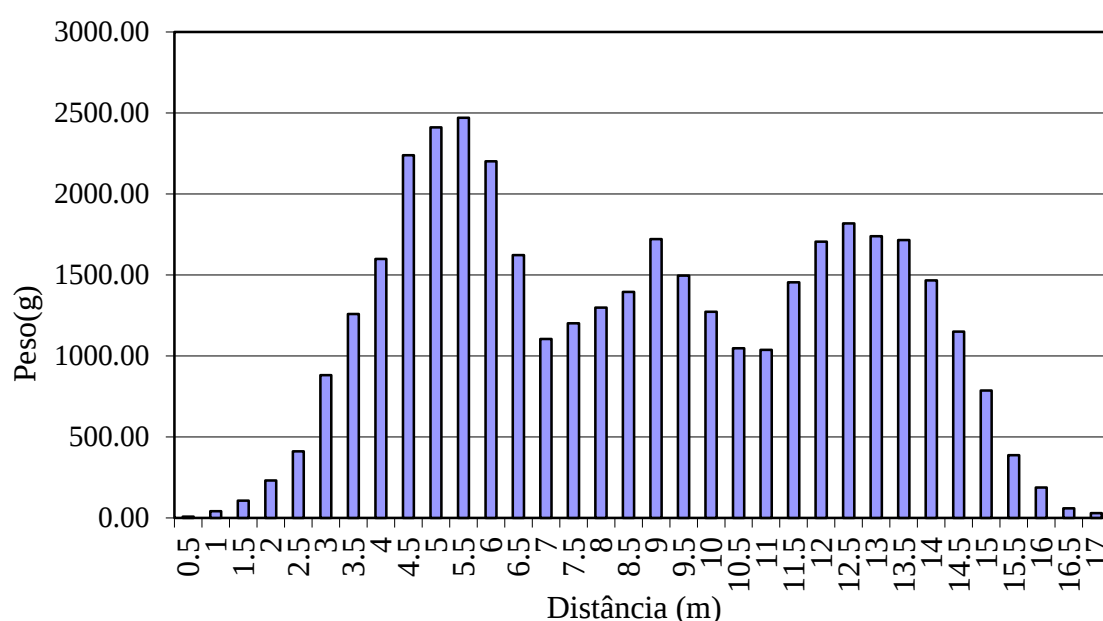
O teste 1 foi realizado conforme a regulagem que o produtor acostumava-se trabalhar a campo, apresentando CVs longe do ideal.

O teste 6 apresentou resultados satisfatórios em relação a todos os outros testes descritos no trabalho. Em alguns testes foram utilizados aletas menores com o objetivo de sobrepor o calcário mais no centro possível na hora da aplicação. Através dessas regulagens e os dados gerados se conseguiu com auxilio do programa Adulanco e uma largura de aplicação de 7,5m e CVs com mínima diferença entre eles.

Para Hachuy (2008) um parâmetro importante para avaliar a uniformidade de distribuição é o CV, garantindo assim a uniformidade e o maior rendimento operacional do distribuidor à lança. Para isso concilia-se um CV que seja aceitável com a maior largura de trabalho da máquina, sendo importante que este não ultrapasse os 15%.

A seguir, o gráfico apresentado representa o comportamento do perfil de distribuição obtido no teste 1, e permitem a fácil visualização da distribuição do produto em toda largura da faixa de distribuição.

Figura 1 – Resultado da avaliação de distribuição transversal do distribuidor conforme regulação da tabela 1, com o teste 1.

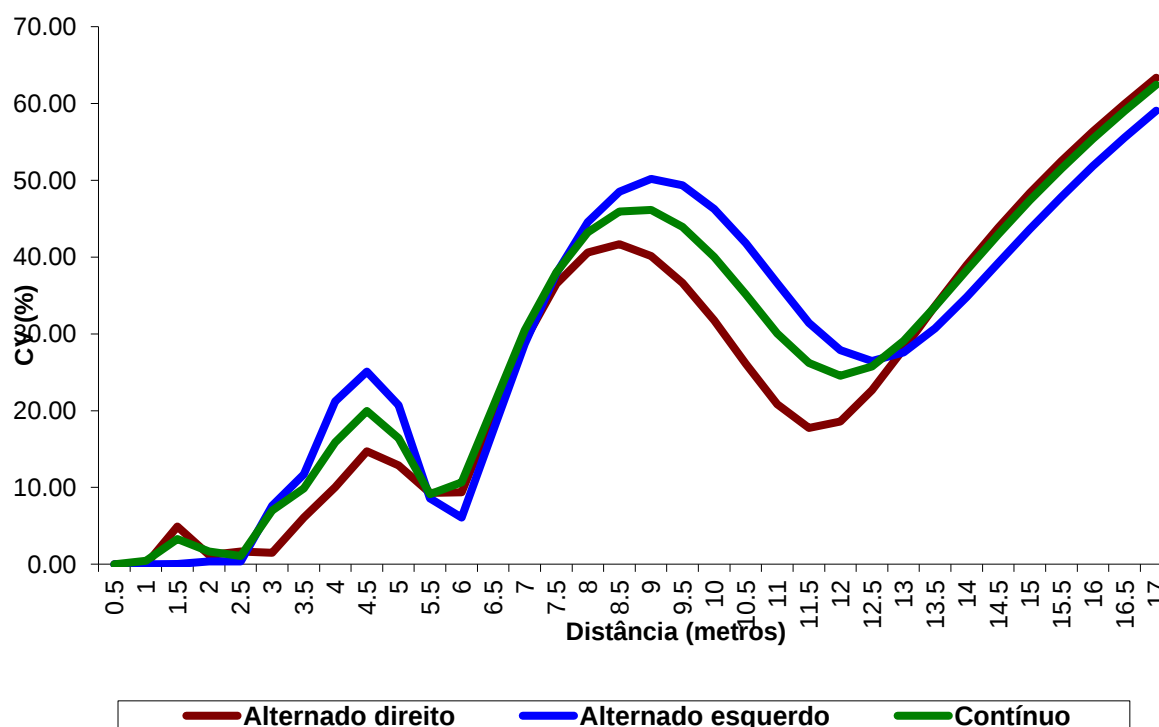


O perfil de distribuição mostra que existe um desequilíbrio em relação ao centro da máquina, e isso ocorre devido à desproporcionalidade de produto lançados para os dois lados da máquina, sendo que o distribuidor lançou mais produto para o lado esquerdo, porém o lado direito foi mais proporcional de um modo geral.

Como observado por Molin *et al.* (2000), não se tem informações confiáveis quanto a efetividade nos distribuidores de calcário a lança disponíveis no mercado brasileiro, porém as máquinas vem sendo utilizadas como fonte alternativa tanto nas aplicações em pré-plantio, quanto em cobertura.

Conforme a figura 2 pode-se observar que a largura da faixa de distribuição se depara com a aplicação do calcário, obtendo CV próximo a 12,5%, o que atende as normas da literatura.

Figura 2 – Gráfico de coeficiente de variação da sobreposição da faixa de trabalho com diferentes larguras.

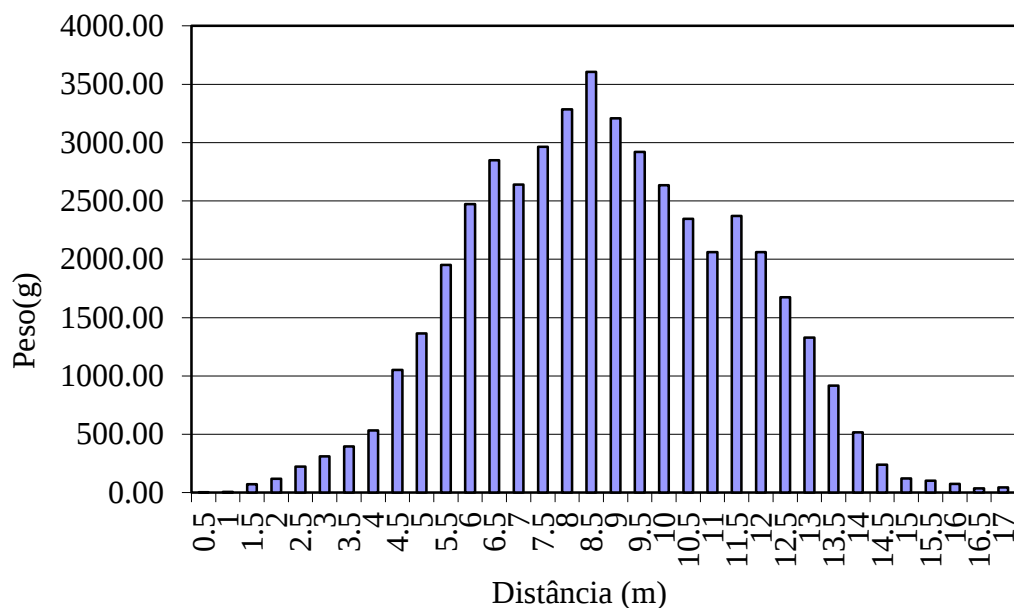


Tendo em vista que a sobreposição das passadas define a uniformidade de distribuição, na Figura 2 estão apresentados os valores de coeficiente de variação para suas respectivas larguras, esta figura que representa a simulação das sobreposições, o que é importante no momento da tomada de decisão.

Para Srivastava *et al.* (1993), na avaliação da efetividade na distribuição do calcário por uma máquina centrífuga, o fator mais importante a ser observado é a uniformidade. Esta uniformidade pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles está a forma como o espalhador foi construído e a sobreposição sobre as passadas (MÁRQUEZ, 2001).

Na figura 3 está representado o perfil de distribuição conforme o melhor teste realizado neste experimento.

Figura 3 – Resultado da avaliação de distribuição transversal conforme regulagem da tabela 1 do teste 6.

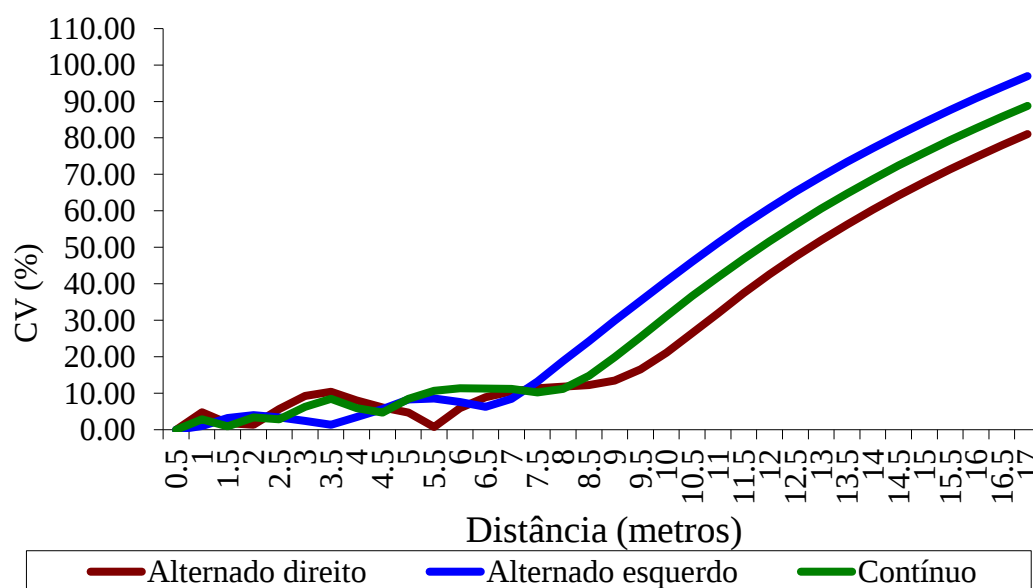


O perfil de distribuição transversal mostra que existe uma maior deposição de calcário quando se aproxima do centro da máquina. É possível observar também uma maior similaridade entre o lado esquerdo e direito da máquina.

Em trabalho desenvolvido por Hachuy (2008) o sistema alternado esquerdo apresenta melhor valor para a largura útil, tendo uma efetividade de 4,5 metros.

Na figura 4 estão representados os CVs da faixa de sobreposição, tendo em vista que isto define a uniformidade na distribuição do calcário.

Figura 4 – Gráfico de coeficiente de variação da sobreposição da faixa de trabalho com diferentes larguras.



Observando a figura de CV pode-se notar que a largura máxima de aplicação para um CV limite de 12,5% é de 7,5 metros e que a redução da largura efetiva para 5 metros reduz o valor de CV, aumentando a qualidade da faixa de aplicação. Porém, se forem utilizadas larguras maiores que 7,5 metros o CV aumenta gradativamente ultrapassando o limite pré-estabelecido (12,5%) e reduzindo drasticamente a qualidade da faixa de aplicação.

Conclusão

Das condições analisadas, através de análise descritiva, no teste 6, utilizando 4 e 2 aletas, com um tamanho de 24 centímetros e 27 centímetros respectivamente e um furo, foi possível obter um CV ideal de aproximadamente 10,22%, utilizando uma largura efetiva de trabalho de 7,5 metros, sendo está à largura indicada pela literatura e assim resultando uma melhor faixa de aplicação do calcário.

Referências

- ASAE. American Society of Agricultural Engineers. ASAE S341.2. **Procedure for measuring distribution uniformity and calibrating granular broadcast spreaders**. St Joseph: ASAE Standards, 1995. 3p.
- BAIO, F. H. R.; MOLIN, J. P.; LEAL, A. J. F. Avaliação comparativa da distribuição transversal de adubos sólidos aplicados em cobertura em culturas anuais instaladas= Transversal distribution comparison of solid fertilizers applied over annual crops. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 4, 2012.
- BERNACKI, H.; KANAFOJSKI, C. **Agricultural machines, theory and constructions**. Poland: USDA/NSF, 1972. V.1, chapt.12, p.883.
- DELLAMEA, R., AMADO, T., BELLÉ, G., LONDERO, G., & DONDÉ, R. (2007). Agricultura de precisão voltada à melhoria da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO** (Vol. 31).
- DODERMANN, A.; PING, J.L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. *Agronomy Journal*, Madison, v.96, n.1, p.285-297, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FARRET, I. S., SCHLOSSER, J. F., DURIGON, R., WERNER, W., KNOB, M. (2008). Variação da regulagem no perfil transversal de aplicação com distribuidores centrífugos. **Ciencia rural**, 38(7), 1886-1892.

HACHUY, L. Desempenho de uma distribuidora a lanço com dois tipos de produtos aplicados com diferentes posições de aletas nos discos. 2008. **Tese de Doutorado**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.

International Standard Organization. ISO 5690. **Equipment for distributing fertilizers – Test methods – Part 1: full width fertilizers distributors**. Geneve: ISO Standards handbook 13, Agricultural machinery, 1982. p.373-385.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos. **ANDA**, 1992.

MÁRQUEZ, L. **Maquinaria para la preparación del suelo, la implantación de los cultivos y la fertilización**. Madrid: Blake y Helsey, 2001. 496p.

MOLIN, J. P.; MAZZOTTI, H. C. **Influência da utilização e do tipo de Amortecedores de Ricochete em Ensaios de aplicadores um Lanço**. Revista. Brasileira de. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 2,p.281-285. 2000.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. **Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación.6.ed.** Madrid: Mundi-Prensa, 528p. 2003.

POTTER, M. B. Análise comparativa entre amostragem; para, convencional e amostragem de solo. Agricultura de precisão. **Dissertação de mestrado**. 2014.

PRIMO, M. A.; FLAVIO GURGACZ, F.; KUNZ, V. L.; PRIMO L. I.; FURLAN F.; SILVA S. L.; FILHO A. G. Coletores alternativos para a determinação da largura de trabalho de distribuidores de fertilizantes sólidos a lanço. **Engenharia Agrícola**. v. 28, n. 3, p. 525-534, 2008.

SARAIVA, A. M.; CUGNASCA, C. E.; PAZ, S. M. O problema da padronização e da integração de sistemas da agricultura de precisão. In: Congresso e Feira para usuários de Geoprocessamento da América Latina, 4, 25-29/05/1998. **Anais**, Curitiba, SAGRES Editora. 1998.

SRIVASTAVA, A. K.; GOERING C. E.; ROHRBACH R. P.; BUCKMASTER D. R. **Engineering principles of agricultural machines**. Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1993. 601p.

STARA S/A – INDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRICOLAS. **Manual de instruções e catálogos e peças**. Distribuidor Hércules 7000 inox. Não-Me-Toque – RS, 2010. 43 p.

TSCHIEDEL, M. & FERREIRA, M. F. **Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens**. Ciência Rural, v.32, n.1, p.159-163, 2002.

UMEZU, C. K.; CAPPELLI, N. L. Desenvolvimento e avaliação de um controlador eletrônico para equipamentos de aplicação de insumos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 225-230, 2006.

VALDEZ, E. Determinacion y estudio de los perfiles de distribuicion de superfosfato, hiperfosfato y urea granulados, aplicados com la fertilizadora centrifuga. 2A-E-400. **Agrinter**, Montevideo, v.14, n.4, p.1-42, 1978.

WEISS, A. **Desenvolvimento de um distribuidor helicoidal para calcário seco**. 1986. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria.

WERNER, V., SCHLOSSER, J. F., ROZIN, D., PINHEIRO, E. D., & DORNELLES, M. E. (2007). Aplicação de fertilizantes a taxa variável em agricultura de precisão variando a velocidade de deslocamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 11(6), 658-663.