

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO DE CALCÁRIO
POR DISTRIBUIDORES CENTRÍFUGO E GRAVIMÉTRICO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rafael Schmidt Magni

Santa Maria, RS, Brasil

2013

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO DE CALCÁRIO
POR DISTRIBUIDORES CENTRÍFUGO E GRAVIMÉTRICO**

por

Rafael Schmidt Magni

Dissertação de Mestrado apresentado ao curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós Graduação em Agricultura de precisão, área de concentração Tecnologias em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientador: Telmo Jorge Carneiro Amado

Santa Maria, RS, Brasil

2013

Magni, Rafael Schmidt

Avaliação da qualidade da distribuição de calcáripopor distribuidor centrífugo e gravimétrico/ Rafael Schmidt Magni – 2013

37 f.: il, 30cm

Orientador: Telmo Jorge Carneiro Amado

Dissertação de (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.
Ciências agrárias, Programa de Pós Graduação em Agricultura de Precisão.
Tecnologia em Agricultura de Precisão. RS, 2013.

1. Acidez no solo 2. Calagem 3. Lançadora a lança

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

© 2013 Todos os direitos autorais reservados a Rafael Schmidt Magni. A reprodução de partes ou do todo desde trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Augusto Scherer, 729. Não-Me-Toque, RS. CEP 99470-000.

Fone: (54) 9187-9407/9126-5007/3332-1762; E-mail: magni@stara.com.br

Universidade Federal de Santa Maria
Colégio Politécnico da UFSM
Pós Graduação em Agricultura de Precisão

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO DE CALCÁRIO
POR DISTRIBUIDORES CENTRÍFUGO E GRAVIMÉTRICO**

elaborada por

Rafael Schmidt Magni

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agricultura de Precisão

COMISSÃO EXAMINADORA

Telmo Jorge Carneiro Amado, Dr.
(Presidente/ Orientador)

Walter Boller, Dr. (UPF)

Jakson Ernani Fiorin, Dr. (UFSM)

Elodio Sebem, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 20 de Dezembro de 2013.

Dedico este trabalho a minha família, namorada e amigos que sempre se fizeram presentes em todos os momentos importantes da minha vida, apoiando e contribuindo para conquistar todos os objetivos traçados.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar o caminho e nos abençoar com saúde e alegria durante a
“estrada da vida”.

A Universidade Federal de Santa Maria, através do Colégio Politécnico da UFSM, ao
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, pela oportunidade.

A empresa Stara pelo incentivo a se aperfeiçoar e buscar novas fronteiras e se tornar um
profissional melhor.

Aos Professores pelo ensino e pela transmissão de sabedoria.

Ao orientador, pela oportunidade e conhecimento transmitido.

E a minha família, pela ajuda e apoio.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Agricultura de Precisão
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO DE CALCÁRIO POR DISTRIBUIDORES CENTRÍFUGO E GRAVIMÉTRICO

AUTOR: RAFAEL SCHMIDT MAGNI
ORIENTADOR: TELMO JORGE CARNEIRO AMADO
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 30 de Novembro de 2013.

Atualmente o Brasil cresce cada vez mais nos índices de produção de alimentos, o que possibilita a expansão nacional e internacional, ano após ano, os índices têm crescido rapidamente, e a expansão agrícola se torna necessário. A expansão territorial tem necessitado a busca de regiões adversas para o desenvolvimento das modalidades, e isso tem trazido algumas preocupações para produtores, uma vez que grande parte dos terrenos a ser explorados é cerrada e apresentam acidez com baixos índices de Ca e Mn. Para resolver esse problema, e realizado o processo de calagem, que ajuda na correção do solo. O estudo tem como objetivo identificar o desempenho de uma distribuidora a lanço centrífuga Hércules 10000, através da aplicação da calagem num terreno na cidade de Não-Me-toque no Rio Grande do Sul, o estudo analisou a aplicação de um pó de calcário do tipo dolomítico numa faixa de 300 m de comprimento x 12 m de largura, através de um equipamento centrífugo duplo disco, e 6 metros para o distribuidor por gravidade sendo que o mesmo realizou duas passadas, ida e volta para completar os 12 metros com 4 repetições para cada máquina. Para se analisar a segregação das partículas, foram utilizadas bandejas com grade coletora quadriculada de 0,50 x 0,50m disposta a cada 1 metro de comprimento dentro da faixa de aplicação. Na média das 4 repetições houve uma diferença entre a bandeja 1 (1 m do equipamento) e a bandeja 6 (transpasse 12 m) de 23,75 % da quantidade de partículas menores que 0,30mm (reagentes 100% 1º ano), onde que a bandeja 1 obteve 88,1 % destas partículas e a bandeja 6 obteve 64,35 %.

Palavras-chave: Desempenho, Distribuidora, Lanço e Gravidade.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Graduate Program in Precision Agriculture
Federal University of Santa Maria

QUALITY ASSESSMENT OF THE DISTRIBUTION OF LIMESTONE BY DISTRIBUTORS AND CENTRIFUGAL GRAVIMETRIC

AUTHOR: RAFAEL SCHMIDT MAGNI
COACH: TELMO JORGE CARNEIRO AMADO
Santa Maria, November 30, 2013.

Currently Brazil grows increasingly in rates of food production, which enables national and international expansion, year after year, growth rates have grown rapidly, and agricultural expansion becomes necessary. Territorial expansion has necessitated the search for adversal regions for the development of the modalities, and this has brought some concern to producers, since a large part of the land to be exploited is massive and present acidity with low levels of Ca and Mn. To resolve this problem, and realized the process of liming, which helps in soil remediation. The study aims to identify the performance of a centrifugal distributor haul Hercules 10000, through the application of liming on land not in the city of Impatiens in Rio Grande do Sul, the study examined the implementation of a type of limes to need just dolomite in a range of 300 m long x 12 m wide, through a double disc centrifuge equipment, and 6 years to the distributor by gravity and the same held two passes, return to complete the 12 meter swath with 4 replicates for each machine. To analyze the segregation of the particles, collecting trays with checkered grid of 0.50 x 0.50 m with every 1 meter in length within the range of application we reused. The average of 4 replications was no difference between Tray 1 (1 m from equipment) and Tray 6 (transpassive 12 m) of 23.75% on the amount of particles smaller than 0.30 mm (reagents 100% 1st year), where tray 1 had 88.1% of these particles and tray 6 has obtained 64.35%.

Keywords: Performance. Distributor. Haul.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Número e tamanho de peneiras utilizadas | 27 |
| Tabela 2 - Reatividade do calcário de acordo com sua granulometria | 30 |
| Tabela 3 - Análise da faixa de aplicação | 31 |
| Tabela 4 - análise das amostras | 33 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Processo de Calagem visão lateral | 15 |
| Figura 2 - Processo de Calagem visão superior | 15 |
| Figura 3 - Esquema dos elementos | 18 |
| Figura 4 - Sistema de distribuição gravitacional | 18 |
| Figura 5 - Sistema de distribuição centrífugo (dois tubos)..... | 19 |
| Figura 6 - Sistema de distribuição centrífugo (um tubo)..... | 20 |
| Figura 7 - Hércules 10000 | 23 |
| Figura 8 - Bruttus 12000 (Visão anterior) | 24 |
| Figura 9 - Hércules 10000 (Visão posterior) | 25 |
| Figura 10 - Bandeiras coletoras | 25 |
| Figura 11 - Pesagem do produto | 26 |
| Figura 12 - Peneiras e equipamento peneirador | 26 |
| Figura 13 - Efeito do vento na aplicação do calcário | 32 |
| Figura 14 - Equipamento com abafador | 33 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| AGRADECIMENTOS | 6 |
| RESUMO | 7 |
| ABSTRACT..... | 8 |
| SUMÁRIO | 11 |
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 Objetivo Principal..... | 12 |
| 1.2 Objetivos específicos | 12 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |
| 2.1 Acidez no solo | 13 |
| 2.2 Calagem | 14 |
| 2.3 Distribuidora a lanço centrífuga duplo disco | 17 |
| 2.4 Hércules 10000 | 20 |
| 2.5 Bruttus 12000 | 21 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS..... | 22 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1 Segregação de partículas | 29 |
| 5 CONCLUSÃO | 34 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 37 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem se consolidando como um dos principais produtores e exportadores mundiais de alimentos, garantindo o abastecimento interno e aumentando a participação no comércio internacional.

Com a produção de grãos da safra 2012/2013 ultrapassando a marca de 195 milhões de toneladas, o setor agropecuário permanece contribuindo decisivamente para este cenário (MAPA, 2013).

Ao longo dos últimos 35 anos, o país desenvolveu e consolidou uma das agriculturas mais eficientes do mundo (MAPA, 2013). Conforme dados da CONAB (2012), a produção brasileira de grãos, que em 1991 foi de 60 milhões de toneladas, em 2013 atingiu 195,9 milhões de toneladas, sendo que o volume de soja produzido alcançou 90 milhões de toneladas.

Mas com essa grande expansão, houve se a necessidade de abrir mais caminhos para cada vez mais aumentar a produção, porém, muitas vezes em algumas regiões do país o solo não é bem propício.

Grande parte dos solos brasileiros, notadamente aqueles em que estão ocorrendo a expansão da fronteira agrícola, como os solos sob cerrados, apresenta características de acidez, toxidez de Al e/ou Mg e também baixos níveis de Ca e Mg.

A AP surge como uma corrente contra o processo de simplificação acentuado que ocorreu com a agricultura, devido ao avanço da mecanização e aumento das áreas cultivadas, resgatando o conceito de variabilidade espacial (Molin, 2001).

Balastreire (1998) define Agricultura de Precisão como um conjunto de técnicas que permitem o gerenciamento localizado das culturas. Por esta definição, nota-se que AP não é apenas uma prática cultural, mas sim um modelo de gestão, que engloba o uso de tecnologias para o manejo adequado das variações espaciais e fatores que afetam a produtividade (Mantovani, 2000).

Para incorporação destes solos ao processo produtivo brasileiro, é imprescindível a correção desses problemas através da prática da calagem que é amaneira mais simples para atingir este objetivo.

Portanto, nosso objetivo é identificar o desempenho de máquinas agrícolas que realizam aplicações de produtos para correção do solo, aplicação da calagem.

1.1 Objetivo Principal

Avaliar a segregação de partículas de calcário ao longo da faixa de aplicação de um distribuidor centrífugo duplo disco e um distribuidor por gravidade.

1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a influência do vento na qualidade da aplicação de calcário com dois modelos de distribuidores.
- Comparar a capacidade diária de um distribuidor por gravidade x disco duplo centrífugo em função das diferentes larguras de faixas de aplicação.
- Avaliar o perfil de distribuição de cada equipamento

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Acidez no solo

A busca por altas produtividades é uma necessidade em função dos altos custos e da crescente competitividade a que todos os produtores estão sujeitos na agricultura. Neste sentido, o uso da ferramenta de Agricultura de Precisão (AP) tem sido importante para aumentar a eficiência e a rentabilidade com base no manejo localizado respeitando a variabilidade do solo, planta e microclima existente na área (AMADO & SANTI, 2007).

Segundo (FIORIN) a necessidade de aproveitar melhor os insumos e economizá-los, na medida do possível, obriga a conhecer os solos e os sistemas de produção. Os trabalhos em AP têm se concentrado sobre o manejo da variabilidade de atributos químicos do solo, pois em várias situações, os benefícios gerados trazem ganhos imediatos tanto na racionalização no uso de insumos como na elevação da produtividade. Devido à variabilidade existente nos atributos relacionados à fertilidade do solo, o uso da ferramenta da AP é uma alternativa viável para a aplicação de corretivos e fertilizantes no local e em quantidades corretas.

O calcário é um insumo relativamente barato, abundante no país, essencial para o aumento da produtividade, de tecnologia de produção simples e, sobretudo, poucas práticas agrícolas dão retornos tão elevados a curto prazo (Boletim Técnico Nº 1, Acidez do solo e calagem).

O conceito químico mais simples de ácido é suficiente para ilustrar as ideias relacionadas à acidez dos solos.

Ácidas são substâncias que em solução aquosa liberam íons hidrogênio (H^+) de acordo com a seguinte reação: $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$. O ácido HA, em solução aquosa, dissocia-se no cátion H^+ e no ânion A^- . Ácidos fortes dissociam-se completamente ácidos fracos (que se assemelham mais aos problemas de acidez em solos) dissociam-se muito pouco.

Pela pouca dissociação de ácidos fracos, ocorrem nas soluções aquosas concentrações muito baixas de H^+ , que são de difícil representação em frações decimais.

O conceito de pH foi introduzido para representar a concentração de H^+ , sendo expresso por:

$$\text{pH} = -\log (\text{H}^+) = \log 1$$

$$(\text{H}^+)$$

Assim, para uma concentração 0,000001 molar ou 10^{-6} M em H^+ , o pH será 6.

A escala de pH varia de 0 a 14. Em solos podem ser encontrados valores de 3 a 10, com variações mais comuns em solos brasileiros entre 4,0 a 7,5. Solos com Ph abaixo de 7 são considerados ácidos; os com pH acima de 7 são alcalinos.

2.2 Calagem

A agricultura tem crescido, e nela tem se desenvolvido alternativas capazes de maximizar os recursos e minimizar os problemas e as preocupações com o campo.

Nesse sentido agricultura tem atividades de elementos como água, energia, saúde e biodiversidade, tem uma função de grande importância na conquista da aplicação da sustentabilidade (IFA, 2002).

Porém, um dos grandes problemas encontrados pelos agricultores são os solos ácidos, que estão em grande parte do território nacional, esse problema acaba por diminuir a capacidade de solo, diminuindo ao níveis de cálcio, magnésio e potássio. (FRANCHINI et al., 2001).

Nessa análise, a reação do solo é o primeiro fator quando se pretendo fazer algum cultivo, pois se não for as condições favoráveis, pode trazer grandes prejuízos, por isso, deve ser feito a preparação do solo, que é chamado de calagem (SOARES, 2003).

Segundo AgroSalles (2012) a calagem é a aplicação do calcário, e visa ajudar na correção do solo e na sua maior disponibilização de nutrientes a planta, ele pode ser realizada até 60 dias antes da plantação da agricultura, o que pode ser realizado no fim do período chuvoso.



Figura 1 - Processo de Calagem visão lateral

Fonte: Stara (2013)

Já segundo Reis e Nogueira (2013) calagem pode ser definido como um processo onde o solo é cultivado para no qual se aplica calcário com os objetivos de desenvolver os teores de cálcio e magnésio, neutralização do alumínio trivalente, com efeito de corrigir o pH do solo, para ter uma aplicação melhor para as plantas.



Figura 2 - Processo de Calagem visão superior

Fonte: Souza (2012)

Segundo Lopes e Guilherme (2000) calagem e adubação se destacam como grande iniciativa, sendo responsáveis por cerca de 50% dos ganhos de produtividade das culturas, sendo realizado de modo mais eficaz.

Filho (2007) destaca que a acidez do solo pode ser causada pelos íons hidrogênio (H^+) na solução do solo e pelo Al nele contido, uma vez que esses elementos se consideram um

componente de acidez do solo, pois através dele que gero o processo de íons H^+ na solução do solo, de onde as plantas retiram os nutrientes para o seu crescimento efetivo, nessa ação, estão presentes vários fatores que são importantes para o desenvolvimento como micronutrientes e macronutrientes que as plantas precisam.

A análise específica sobre o conceito de acidez do solo é a acidificação excessiva do solo consiste na remoção dos cátions básicos, onde Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ do solo, gera uma inserção de cátions ácidos — Al^{3+} , H^+ , isso significa que os as substâncias quando no processo de solução liberam os prótons e bases são substâncias que recebem prótons (SOARES, 2003).

Caso, esses item não sejam observados, através dos baixos valores de pH, pode-se comprometer a fertilidade dos mesmos, visto que nestas condições, o ambiente de desenvolvimento das culturas apresenta problemas e pode agir de forma negativa na produtividade das plantas (QUAGGIO et al., 1993).

Segundo QUAGGIO (2000) no Brasil, mais de 40% da produtividade das culturas é reduzida pela metade, por problemas com acidez no solo, o que prejudica diretamente as plantas.

Isto porque, a deficiência de cálcio e a toxidez de alumínio são as principais limitações químicas para o crescimento do sistema radicular, cujas consequências se manifestam pelo estresse nutricional e hídrico nas plantas (RITCHEY et al., 1980).

Segundo Santiago e Rossetto (2011) os principais fatores positivos da calagem são de eliminar a acidez do solo, ajudar no suprimento de cálcio e magnésio para as plantas, uma vez que o cálcio estimula o crescimento das plantas, e, portanto, com a calagem promove o crescimento do sistema radicular e uma maior exploração da água e dos nutrientes do solo, potencializando a planta.

Sem falar que o processo da calagem, possibilita ainda o aumento da disponibilidade de fósforo, diminui a possibilidade de alumínio e manganês, que de certa forma não são absorvidos pelo solo, aumentam o processo da matéria orgânica e possibilita e favorecer a fixação biológica de nitrogênio, na estrutura física do solo, a calagem aumenta a agregação, pois o cálcio é um cátion flocculante e, com isso, diminui a compactação (SANTIAGO E ROSSETTO, 2011).

Segundo Lopes et. al., (1991) a calagem adequada é uma das práticas que possibilitam mais benefícios ao agricultor, pois promove vários efeitos, dentre os quais podemos descrever como:

Eleva o pH, fornece Ca e Mg como nutrientes, diminui ou elimina os efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe, diminui a “fixação” de P, aumenta a disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo, aumenta a eficiência dos fertilizantes, aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como N, P, S e B, pela decomposição da matéria orgânica, melhora as propriedades físicas do solo, proporcionando melhor aeração, circulação de água, favorecendo o desenvolvimento das raízes das plantas, aumenta a produtividade das culturas como resultado de um ou mais dos efeitos anteriormente citados.

Nas estruturas particulares das características do processo de correção de acidez dos solos, eles são relacionados com a qualidade, assim, duas características se mostram mais relevantes, a granulometria e o teor de neutralizantes (LOPES, et. al., 1991).

No que tange a granulometria, a legislação trata através da portaria SEFIS nº 03 de 12/06/86, onde descreve que corretivos da acidez do solo deverão possuir as seguintes características mínimas: passar 100% em peneira de 2 mm (ABNT nº 10); 70% em peneira de 0,84 mm (ABNT nº 20) e 50% na peneira de 2mm (ABNT nº 10) (LOPES, et. al., 1991).

E para que essas análises sejam realizadas, é importante que os agricultores tenham a consciência sobre a aplicação dos corretivos agrícolas na aplicação do sistema do solo, planta e a atmosfera, para que seja aplicada de maneira correta e eficiente (LOPES & GUILHERME, 2000).

A calagem pode ajudar a viabilizar sistemas de produção mais sustentáveis, com redução de custo, maior proporção de tubérculos comercializáveis e plantas mais resistentes a estresse hídrico e temperaturas elevadas (CONSORTE E BRINHOLI, 1994).

Porém, esse é apenas um processo para melhorar e adequar o solo, deve-se ter a consciência da ação e da efetividade dos resíduos na agricultura, para que esse processo não venha a causar danos posteriormente para o solo.

2.3 Distribuidora a lanço centrífuga duplo disco

Os equipamentos para distribuição de calcário e adubo tem por finalidade realizar a distribuição uniforme de calcário seco e úmido, adubo granulado ou em pó, gesso, sementes e outros diversos produtos (SOARES, 2001).

Segundo Mialhe (1996) o sistema de distribuição conhecido como centrífugos, podem ser utilizados como aplicadores de fertilizantes e corretivos, eles, são máquinas para aplicação de produtos que podem ser sólidos ou granulados ao longo de uma faixa sobre a superfície.

Segundo Farret (2005) as máquinas de distribuição, possuem um chassi, um depósito, um mecanismo dosador e outro regulador. Esses mecanismos distribuidores são importantes para a distribuição dos produtos no solo, e podem ser classificados de acordo com o princípio utilizado no seu lançamento.

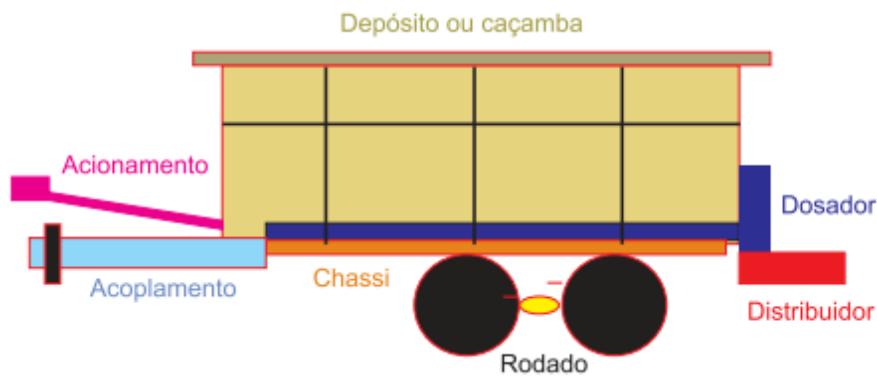


Figura 3 - Esquema dos elementos

Fonte: Luz, et. al, 2010.

Segundo Tibúrcio (2012) no processo de distribuição a lanço, pode ser classificado três tipos de distribuidores, por gravidade, força centrífuga e inércia (pendular).

No sistema de distribuição por gravidade, eles possuem um mecanismo como orifício na parte inferior, por onde passa o calcário e depois cai sobre o solo, ele pode ter um local de regulagem, onde permite alterar a vazão, de acordo com a dosagem necessária (FARRET, 2005).



Figura 4 - Sistema de distribuição gravitacional

Fonte: Fatec (2012).

Luz (2002) destaca que o sistema gravitacional é um mecanismo muito eficiente, pois, consegue manter uma boa regularidade, uniformidade, na mesma forma quando aplicada a características físicas que se desenvolvem o trabalho mais difícil como o calcário e gesso.

Segundo Tibúrcio (2012), os distribuidores por força centrífugos, tem uma esteira no fundo do depósito que joga o calcário através dos dispositivos distribuidores, que podem ser discos ou pêndulos, esse processo, pode ser acionados através de um processo hidráulico do próprio equipamento, ou acionados pelo trator via cardã onde podem variar de acordo com a velocidade, e o nível de vazão do calcário.



Fonte: Fatec (2012)

Segundo Luz (2002) atualmente no Brasil os distribuidores centrífugos são utilizados no contexto da produção de grãos, pela forma de estarem indicados à grande capacidade de carga e conseqüentemente, por terem um melhor desempenho e pela sua grande estrutura. .

Segundo Farret (2005) o mecanismo de distribuição por inércia, distribui o produto através de um tubo na qual o seu movimento é de forma pendular, horizontal, e determina o deslocamento ac

Figura 5 - Sistema de distribuição centrífugo (dois tubos)



Figura 6 - Sistema de distribuição centrífugo (um tubo)

Fonte: Fatec (2012).

O principal representante desse dosador no mercado brasileiro é aquele normalmente utilizado nos equipamentos tipo “cocho”, sendo também empregado nos equipamentos com distribuidores pendulares e centrífugos (MORREIRA, 2003).

2.3.1 Hércules 10000

O Hércules 10000 é um dos mais tradicionais distribuidores fabricados no Brasil, e desenvolve algumas particularidades satisfatória, como grande capacidade de carga de 10.000 kg ou 5.000 l, e vazão de 13 a 6000kg/há. Este equipamento possui dois discos e paletas reguláveis, o sistema de troca rápida facilita a regulação do perfil permitindo uma largura de trabalho até 14 m (produtos em pó) e até 36 m (produtos granulados), onde através das bandejas coletoras pode se fazer a análise do perfil de distribuição. (STARA, 2013).

Também possui uma esteira de borracha que pode ser acionado com um rodado que mantém a dosagem conforme a velocidade de deslocamento do trator. Existe também um opcional que possibilita um sistema de taxa variável, onde apresenta grande precisão nas dosagens e é uma ferramenta ideal para a Agricultura de Precisão.

O Hércules 10000 é equipado com um dispositivo eletrônico chamado “Topper 4500” que possibilita o reconhecimento dos satélites que estão em órbita emitindo informações de posicionamento e deslocamento durante a aplicação. Este também é no caso de uso para

aplicação a taxa variável a principal peça do equipamento, onde são inseridos os mapas com as doses a serem aplicadas, sem o mesmo não há o funcionamento do Hércules.

Também possibilita ainda a regulagem de largura entre o rodado para aplicações nas entre linhas da cultura, evitando perdas por amassamento, disponível nos modelos Cross e Tandem.

2.3.2 Bruttus 12000

Devido a grande modernização da agricultura se tornou necessário atender as modernas práticas de correção do solo na agricultura de precisão e correção de base. (STARA, 2013).

O Bruttus 12000 foi projetado para trabalhar em diferentes topografias e tipos de solo, uma vez que o solo Brasileiro é repleto de contrastes topográficos, seu eixo dianteiro possui direção pantográfica que proporciona maior estabilidade e segurança no transporte de produtos.

Os sistemas de distribuição do Bruttus operam com sistema de distribuição por gravidade, e possibilitam diversas aplicações como distribuidor de adubo em pó ou granulados, calcário em pó seco ou úmido, gesso agrícola, fosfato em pó, e vários outros tipos sementes.

Seu acionamento é realizado através de esteiras transportadoras exclusivas (patenteadas), confeccionadas em borracha proporcionando maior precisão na distribuição. O funcionamento é realizado através do rodado, mantendo a taxa de aplicação mesmo em velocidades variadas.

O funcionamento da sua estrutura possibilita o acesso a cada esteira separadamente, o que possibilita um melhor gerenciamento de limpeza e manutenção, possui também um sistema de mexedores evita a formação de galerias, garantindo uniformidade na distribuição.

Na análise de volume, o Bruttus 12000, possui uma grande capacidade de carga e volume de 12.000 , que proporciona maior rendimento diário, seu desenho foi projetado para ter uma melhor uniformidade de aplicação.

Existe um sistema de taxa variável que permite a minimização de custos como os insumos, o que possibilita gerenciar melhor a aplicação da quantidade adequada para cada local, gerando uma economia de custos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Três Irmãos nas coordenadas Latitude 28° 22' 30.41''S Longitude 52° 33' 9.87''O em uma altitude de 556 metros no município de Não-Me-Toque RS na propriedade do Sr Fernando Trennepohl, onde o clima da região é do tipo Subtropical Úmido – Cfa, conforme a classificação de Köppen.

A área encontra-se sob cultivo de plantio direto consolidado, sendo que o experimento foi realizado em uma área com cobertura de aveia preta (*Avena strigosa*). O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico segundo a classificação brasileira de solos (EMBRAPA, 2004).

O delineamento experimental utilizado foram faixas de 300 m de comprimento x 12 m de largura para o equipamento centrífugo duplo disco e 6 metros para o distribuidor por gravidade sendo que o mesmo realizou duas passadas, ida e volta para completar os 12 metros com 4 repetições para cada máquina com 3 bandejas representando 3 diferentes medidas para cada uma das máquinas. Para avaliação estatística foi utilizado o teste Tukey a 5 %.

CROQUI DO EXPERIMENTO 300 METROS x 12 METROS

| |
|---------|
| FAIXA 3 |
| FAIXA 1 |
| FAIXA 2 |
| FAIXA 4 |

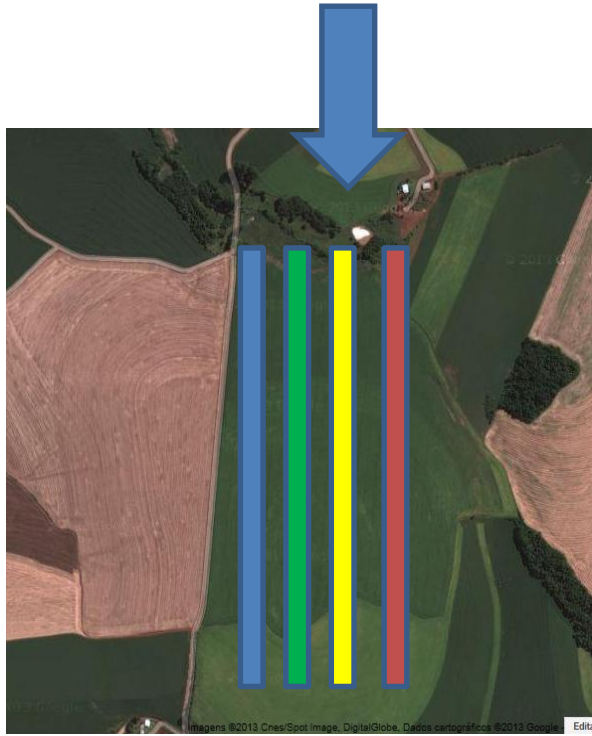


Figura 7 Imagem de satélite da área experimental

Fonte: Google Earth

Os equipamentos utilizados foram um distribuidor de fertilizante pó e granulado do tipo duplo disco centrífugo Hércules 10000 (Stara S/A) conforme figura 7, abaixo:



Fonte: (STARA, 2013).

O distribuidor de fertilizantes pó e granulado por gravidade foi o Bruttus (Stara S/A) conforme figura 8.



Figura 8 - Bruttus 12000 (Visão anterior)

Fonte: (STARA, 2013).



Figura 9 - Hércules 10000 (Visão posterior)

Fonte: Autor (2013)

Para a coleta do material a campo foram utilizadas bandejas com grade coletora quadriculada de 0,50 x 0,50m disposta a cada 1 metro de comprimento dentro da faixa de aplicação (Figura 10).



Figura 10 - Bandeiras coletoras

Fonte: Autor (2013).

Cada bandeja representou uma amostra analisada. Após a coleta a campo foram pesadas 33 g de cada amostra e estas foram peneiradas em um conjunto de diferentes tamanhos peneiras, que estão representadas na tabela 1, durante 30 minutos em um “movimentador pneumático” sob uma intensidade igualmente constante de movimentação.

Depois foi realizado o processo de passagem, que visou identificar a quantidade específica encontrada em cada bandeja.



Figura 11 - Pesagem do produto

Fonte: Autor (2013)



Figura 12 - Peneiras e equipamento peneirador

Fonte: Autor (2013)

Quadro 1 - Número e tamanho de peneiras utilizadas

| Peneira Stara | Peneira Stara/Abertura | Abertura Livre | | Média de Ø Passante e Retido (Di) | |
|---------------|------------------------|----------------|----------|-----------------------------------|----------|
| | | mm | Polegada | mm | Polegada |
| 1 | 1,18 | 1,19 | 0,0469 | 1,19 | 0,0469 |
| 2 | 1 | 1 | 0,0394 | 1,095 | 0,04315 |
| 3 | 0,85 | 0,84 | 0,0331 | 0,92 | 0,03625 |
| 4 | 0,6 | 0,59 | 0,0232 | 0,715 | 0,02815 |
| 5 | 0,425 | 0,42 | 0,0165 | 0,505 | 0,01985 |
| 6 | 0,3 | 0,297 | 0,0177 | 0,3585 | 0,0171 |
| 7 | 0,212 | 0,21 | 0,0083 | 0,2535 | 0,013 |
| 8 | 0,15 | 0,149 | 0,0059 | 0,1795 | 0,0071 |
| 9 | 0,125 | 0,125 | 0,0049 | 0,137 | 0,0054 |
| Fundo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acidez dos solos é reconhecidamente uma das principais causas da baixa produtividade de solos brasileiros. Solos ácidos contêm teores tóxicos de alumínio e, às vezes, de manganês, ao passo que os teores de cálcio e magnésio são baixos.

Além disso, em solos ácidos, diversos nutrientes têm sua absorção dificultada. Dessa maneira, a correção da acidez dos solos tem efeitos benéficos, que influenciam na produção das culturas (RAIJ, 2011).

O solo apresenta heterogeneidade e sua variabilidade espacial, horizontal e vertical, é dependente dos fatores de formação e aos relacionados ao manejo (JENNY, 1941; SOUZA et al., 2001).

A heterogeneidade é uma característica intrínseca dos solos, porém o cultivo resulta em alterações aumentando ainda mais a variabilidade nos seus atributos (SOUZA, 1992; SANTOS et al., 2006).

A variabilidade dos fatores de produção está associada a múltiplas causas, desde a variabilidade climática até à representada pelo ambiente em torno de uma única semente (solo, oxigênio, disponibilidade de água e nutrientes etc.) que é depositada no solo.

Entretanto, as formas de variabilidade que estão sendo estudadas e manejadas em AP podem ser classificadas em "Variabilidade Espacial" (aquela que ocorre com um atributo na área, por exemplo: variação da concentração de fósforo no solo em uma área de 20 hectares).

"Variabilidade Temporal" (aquela que ocorre ao longo do tempo, por exemplo: disponibilidade de água no solo em função da sazonalidade da precipitação pluvial) e uma terceira (que representa a ação do homem nas duas primeiras), chamada "Variabilidade Induzida pelo Manejo" (aquela criada pelas decisões de manejo tomadas nas áreas de cultivo, por exemplo: alocação de culturas e regulagem de máquinas).

Esta última ocorre, por exemplo, quando há máquinas desgastadas e desreguladas, sistemas de cultivo diferenciados, partes da lavoura deixadas em pousio por vários anos e deficiência no controle de plantas daninhas (FARNHAM, 2000).

Nomeiam-se máquinas para aplicação de corretivas àquelas destinadas a promover a dosagem e distribuição de corretivos no solo. Os corretivos agrícolas constituem insumos fundamentais na exploração agropecuária e a correta aplicação destes, operação comumente

denominada “calagem”, assume particular significado, tanto pela forma como as plantas respondem a essa prática como pelos custos envolvidos na lavoura (MIELNICZUK, 1983).

O excesso pode ser prejudicial às plantas, além do gasto desnecessário do produto. A falta, certamente, resultará em decréscimo na produtividade devido à deficiência de nutrientes.

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.

4.1 Segregação de partículas

Segundo (Padilha 2005) o manuseio de fertilizante a granel pode induzir a falta de uniformidade da mistura de produtos; este fenômeno é conhecido como segregação.

A segregação é indesejável porque causa desuniformidade e pode afetar a resposta agrônômica e tornar impossível a obtenção de uma amostra representativa, para atender as garantias analíticas. Uma propriedade física desejável é a de resistir a segregação durante o manuseio.

A segregação ocorre quando os grânulos ou as partículas de fertilizantes diferem em propriedades físicas a tal ponto que respondem diferentemente às perturbações mecânicas causadas pelo manuseio.

Durante essas perturbações, partículas de propriedades físicas semelhantes tendem a se juntar, de tal forma que a uniformidade da mistura de partículas é destruída. Se todas as partículas em uma mistura forem identificadas fisicamente, qualquer quantidade de manuseio não irá afetar a homogeneidade do produto.

Numerosos testes mostraram que características físicas de uma partícula de fertilizante que mais afeta a tendência a segregação é o seu tamanho; partículas de tamanho diferente tendem a segregar durante ao manuseio, Nem a densidade, nem as formas de partícula dentro da variação normalmente encontrada em fertilizantes, afeta a segregação de modo importante (FILHO,2009).

A granulometria, segundo a legislação brasileira (ABNT), deve seguir as seguintes características: 95% do material deve passar na peneira 10 (2mm), 70% deve passar na peneira 20 (0,84mm) e 50% passar na peneira 50 (0,30mm) . Através as frações granulométricas, pode-se estimar a reatividade do material corretivo, em função das peneiras usadas:

Tabela 2 - Reatividade do calcário de acordo com sua granulometria

| Fração granulométrica | Peneira ABNT | Reatividade (%) |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| > 2,00 mm | Retida no. 10 | 0 |
| 0,84 - 2,00 mm | Passa no.10, retida no 20 | 20 |
| 0,30 - 0,84 mm | Passa no.20, retida no 50 | 60 |
| £ 0,84 mm | Passa no.50 | 100 |

Fonte: Comissão de Fertilidade do Solo-MG, 1999.

Baseando-se na lei da força centrífuga podemos afirmar que um objeto com diferente tamanho e massa tende a ser lançado em diferentes distâncias, onde um o com menor massa tende a ser lançado mais próximo ao equipamento e o objeto de maior massa mais distante.

Logo as partículas mais finas, de tamanho inferior a 0,30mm e com 100% de reatividade no 1º ano tendem a ficar mais próxima ao equipamento, não atingindo uma distância maior, ou seja, o final da faixa de aplicação ficando também mais vulneráveis a ação do vento e serem deslocadas interferindo na qualidade de aplicação.

Conforme observado os dados da tabela 03, houve diferença na média das 04 repetições no percentual de partículas reagentes 100 % no primeiro ao longo da faixa de aplicação do equipamento centrífugo duplo disco.

A variabilidade se acentua conforme se aumenta o tamanho da faixa de aplicação, sendo que na 1ª bandeja, posicionada a 1 metro distante do centro do equipamento, há uma maior quantidade de partículas reagentes 100 % em relação a última bandeja, que representa o final da faixa, os 12 metros.

Tabela 3 - Análise da faixa de aplicação

| PENEIRA | | | | | | | | |
|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|------------------------|----------|
| Amostra | 0,3MM | 0,21MM | 0,15MM | 0,12MM | FUNDO | COLETADO | REAGENTE 1º ANO | % |
| H - 1 | 0,5g | 0,75g | 1g | 1,5g | 25g | 33g | 28,75g | 88,1 |
| H - 4 | 0,75g | 0,5g | 2,5g | 1,75g | 20,5g | 33g | 26g | 78,8 |
| H - 6 | 1,25g | 1g | 0,75g | 1g | 16,75g | 33g | 20,75g | 64,30 |

H1 = 1 m de comprimento na faixa de aplicação; H4 = 4 m de comprimento na faixa de aplicação; H6 = 6 m de comprimento na faixa de aplicação.

Na média das 4 repetições houve uma diferença entre a bandeja 1 (1 m do equipamento) e a bandeja 6 (transpasse 12 m) de 23,75 % da quantidade de partículas menores que 0,30mm (reagentes 100% 1º ano), onde que a bandeja 1 obteve 88,1 % destas partículas reagentes 100% no 1º ano e a bandeja 6 obteve 64,35 %.

Segundo Tukey a 5 % houve diferença estatística na quantidade de partículas reagentes 100 % no primeiro ano da bandeja número 1 (faixa atrás da máquina) para a bandeja número 6 (faixa de transpasse) no distribuidor centrífugo. Já para o caso do distribuidor gravimétrico não houve diferença estatística com relação a segregação das mesmas partículas.

Faixa do meio

| Repetições | | Repetições | |
|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| Hércules 1 | 21,5 a | Bruttus 1 | 33 b |
| Hércules 2 | 21,0 a | Bruttus 2 | 33 b |
| Hércules 3 | 29,5 a | Bruttus 3 | 33 b |
| Hércules 4 | 29,5 a | Bruttus 4 | 33 b |
| Média | 29,25 a | | 33 b |

Faixa da ponta

| Repetições | | Repetições | |
|--------------|----------------|------------|-------------|
| Hércules 1 | 21,5 a | Bruttus 1 | 33 b |
| Hércules 2 | 21,0 a | Bruttus 2 | 33 b |
| Hércules 3 | 22,5 a | Bruttus 3 | 33 b |
| Hércules 4 | 20,0 a | Bruttus 4 | 33 b |
| Média | 21,25 a | | 33 b |

As possíveis causas para a ocorrência de tamanha diferença são 3 : A lei da força centrífuga citada acima, a uniformidade do produto onde é de extrema importância que o mesmo seja o mais uniforme possível e o vento, que por se tratar de um produto extremamente fino, a faixa de aplicação do calcário é facilmente influenciado pelo vento mudando sua trajetória, conforme figura 13.



Figura 13 - Efeito do vento na aplicação do calcário

Fonte: Autor (2013)

Já o material coletado aplicado pelo distribuidor por gravidade apresentou menor variabilidade, mesmo que havendo desuniformidade na granulometria do produto, pois todo ele é depositado junto, ou seja, todas as partículas são distribuídas no mesmo local, sem sofrer influência do vento, pois o equipamento possui abafadores que tocam o chão conforme a figura 14.

Tabela 4 - análise das amostras

| Peneira | | | | | | Massa total |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------------|
| Amostra | 0,30mm | 0,21mm | 0,15mm | 0,12mm | Fundo | |
| B - 1 | 1g | 1,5g | 1g | 1g | 24g | 33g |
| B - 3 | 1g | 0,5g | 1,5g | 1g | 24,5g | 33g |

Uma das questões que se discute muito a campo é o “baixo” rendimento de trabalho diário do distribuidor por gravidade, devido a sua faixa de aplicação ser limitada (6m), quando comparada ao centrífugo que possui capacidade teórica de 8 a 18m.

Porém, se analisarmos a influência do vento na aplicação de produtos pó, em determinadas horas do dia o distribuidor centrífugo ficará impossibilitado de trabalhar, como é comum acontecer no centro oeste brasileiro onde venta muito ao longo do dia.

Como o distribuidor por gravidade possui abafadores pode assim trabalhar 24 horas por dia, pois não sofre influência do vento aumentando muito seu rendimento.

Assim segundo relatos do Grupo SLC Agrícola (280.435 ha plantados) somente utilizam o aplicador de gravidade para produtos pó, pois a qualidade e a eficiência do trabalho



são superiores.

5 CONCLUSÃO

A aplicação de fertilizantes corretivos pó requer uma série de cuidados que influem na qualidade da aplicação, principalmente com relação a uniformidade do produto, o equipamento e as condições climáticas.

Como os produtos disponíveis não são 100% uniformes, de granulometria igual, ocorrendo naturalmente a segregação de partículas e influenciando no percentual de reatividade no 1º ano e conseqüentemente na correção do pH do solo, que dependendo do equipamento que for utilizado para aplicar e das condições de vento tende a se acentuar.

A segregação de partículas ocorreu de forma mais intensa quando o produto foi aplicado com o equipamento centrífugo duplo disco, devido as partículas de granulometria maior serem arremessadas mais longe, no final da faixa, e as de menor tamanho mais próxima a máquina, interferindo assim na correção do pH do solo e possivelmente criando novas manchas de variabilidade.

Também o mesmo ficou exposto a influência do vento devido a ser lançado no ar e ser um produto de baixo peso acentuando a variabilidade e a qualidade da aplicação.

O aplicador por gravidade se mostrou mais eficiente, pois deposita todas as partículas no mesmo local e possui abafadores que eliminam a interferência do vento na aplicação, aumentado assim não só a qualidade, mas também o rendimento diário, visto que o mesmo pode trabalhar 24 horas por dia independente da velocidade do vento.

Esse trabalho foi conduzido a fim de identificar que existe variabilidade no perfil de distribuição de produtos pó com diferentes máquinas agrícolas, ocorrendo assim a segregação de partículas. Para fim de maiores informações esse trabalho deverá ser dado continuidade, monitorando os valores de Ph do solo nos locais onde foi utilizado o distribuidor centrífugo duplo disco e por gravidade. Da mesma forma é importante que se monitore não somente os teores de Ph, mas a produtividade nestes locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C., SANTI, A.L. **Agricultura de precisão aplicada ao aprimoramento do manejo do solo**. In: FIORIN, J.E., ed. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. Passo Fundo, Berthier, 2007. p.99-144.

AGROSALLES. **Procedimentos de Calagem e adubação**. Serviços agrícolas. São Paulo. 2012.

CONSORTE, J.E.; BRINHOLI, O. Efeito da calagem e de doses de nitrocálcio em cobertura na produção de batata. Itararé, 1994

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Estudos de Prospeção de Mercado Safra 2012/2013**. Brasília, 2012.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2013**. Brasília: Conab, 2013. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_05_09_11_56_07_boletim_2_mai_o_2013.pdf>. Acesso em: 27 maio 2013.

EMBRAPA. **Solos do Estado do Rio Grande Do Sul**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.46).

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.46).

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja: região central do Brasil, 2003**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: ESALQ, 2002. (Sistemas de Produção/ Embrapa Soja, n.1).

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja: região central do Brasil 2012 e 2013**.

Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Sistemas de Produção, n.15) Disponível em <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>>. Acesso em 19 abril 2013.

FRANCHINI, J. C.; MEDA, A. R.; CASSIOLATO, M. E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. **Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico**. ScientiaAgricola, v.58, n.2, p.357-360, 2001.

FATEC - Faculdade de Tecnologia ShunjiNishimura de Pompeia. **Distribuidores de fertilizantes e corretivos**. Máquinas. 2012.

FARRET, I.S. **Efeito da variação da regulação do perfil transversal de aplicação com distribuidores centrífugos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2005.

FARNHAM, D. E. **Site-specific crop management: what have we learned and where do we go from here?** Ames: Iowa State University-Department of Agronomy, 2000. 6 p.

FILHO, O.G. **Variabilidade espacial e temporal de mapas de colheita e atributos do solo em um sistema de semeadura direta.** IAC – Instituto Agrônomo de Pós Graduação. Dissertação de Mestrado. Campinas – São Paulo. 2009.

FILHO, M.P.B. Calagem. Agência de informação Embrapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

IFA - International Fertilizer Industry Association. **O Uso de Fertilizantes Minerais e o Meio Ambiente.** Association. MARBEUF. PARIS –FRANCE. 2002.

LOPES, A. S; GUILHERME, L.R.G. **Uso eficiente de fertilizantes e Corretivos agrícolas: aspectos agronômicos.** 3ª edição. Revisada e atualizada. São Paulo. 2000.

LOPES, A.S; SILVA, M.C; GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem.** BOLETIM TÉCNICO N° 1. ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos. São Paulo. 1991.

LUZ, P.H.C. **Tecnologia de aplicação de corretivos e fertilizantes em soja.** Pirassununga, 2002, 30p.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: Ensaios e certificação.** Piracicaba, São Paulo. Fundação de Estudos Agrários. 1996.

MORREIRA, S.G. **Equipamentos para aplicação de produtos a lanço.** Artigos TÉCNICOS. Rehagro. 2003.

PADILHA, C.S. **Uniformidade de aplicação de fertilizantes com diferentes características físicas.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. 2005.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; GALLO, P.B. & MASCARENHAS, H.A.A. Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso elixiviação de íons no perfil do solo. *Pesq. Agrop. Bras.*, 28:375-383, 1993.

QUAGGIO, J.A. Acidez e calagem em solos tropicais. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2000. 111p.

REAIS, E. M.B; NOGUEIRA, J.S. **Avaliação do efeito do calcário líquido na correção da acidez de solo**. Anais do XII Congresso Internacional do Leite. 2013.

RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. & CORREIA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian savannah Oxisol. Agron. J., 72:40-44, 1980.

SANTIAGO, A. D. ROSSETO, R. Calagem. Agencia de Embrapa de informação. 2011.
STARA. Máquinas agrícolas. Futura. 2013.

SOUZA, C. **Aplicação de Calcário no terreno**. Máquina a lanço. 2012.

SOARES, C.S. Máquinas e preparado de periódicos do solo: distribuidor de calcário e adubo. Universidade Estadual da Paraíba. 2001.

SOARES, A.H.V. CeresSefs: **Sistema Especialista para o Cálculo da Necessidade de Calagem**. Monografia. Universidade Federal de Lavras. Ciência da Computação. 2003.
TIBÚRCIO, P. Aplicação de produtos químicos e nas lavouras. Agricultura. Tecnologia e Treinamento. 2012.