**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**HILDA BARBOSA GLORIA**

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE FONTES DE CALCÁRIO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2017**

**HILDA BARBOSA GLORIA**

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE FONTES DE CALCÁRIO**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Leonardus Vergütz

Co-orientadores: Matheus F. F. Teixeira

Abraão Almeida Santos

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2017**

**HILDA BARBOSA GLORIA**

**ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE FONTES DE CALCÁRIO**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

APROVADA: 30 de junho de 2017

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Matheus F. F. Teixeira Prof. Moacil Alves de Souza

(Co-orientador) (UFV)

(UFV)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Abraão Almeida Santos Prof. José Geraldo Barbosa

(Co-orientador) (UFV)

(UFV)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Leonardus Vergütz

(Orientador)

(UFV)

RESUMO

A produção de milho semente tem alto valor agregado e calendário de plantio restrito. Portanto a acidez do solo deve ser corrigida em um curto espaço de tempo nas áreas contratadas temporariamente para garantir a produtividade esperada. Este trabalho objetivou avaliar o efeito reativo do calcário dolomítico e de duas doses de cal virgem agrícola a 0, 20 e 40 dias após a aplicação em dois locais. O delineamento experimental em faixas em esquema fatorial 2 x 3 x 3 com cinco repetições. Os fatores foram dois locais, três fontes de calcário, e três datas de coleta. Os índices de pH e saturação por bases foram avaliados. O calcário dolomítico e a cal virgem obtiveram mesma performance química, em sistema plantio direto, de elevar o pH e a saturação por bases em 20 dias. Entretanto, na análise econômica o calcário dolomítico apresentou-se como melhor custo benefício.

PALAVRAS – CHAVE: *Zea mays* L.; cal virgem agrícola; calcário dolomítico; acidez do solo; pH e saturação por bases.

ABSTRACT

The production of corn seed has high added value and limited planting schedule. The soil acidity must be corrected in a short time in the areas contracted temporarily to ensure the expected productivity. This work aimed to evaluate the reactive effect of dolomitic limestone and two doses of calcium oxide at 0, 20 and 40 days after application in two locations. The experimental design in bands in a 2 x 3 x 3 factorial scheme with five replications. The factors were two sites, three limestone sources, and three collection dates. The pH and base saturation indexes were evaluated. The dolomitic limestone and the calcium oxide obtained the same chemical performance, in a no - tillage system, to raise the pH and the saturation by bases in 20 days. However, in the economic analysis the dolomitic limestone was presented as the best cost benefit.

Key words: *Zea mays* L.; Calcium oxide; Dolomitic limestone; Soil acidity; pH and base saturation.

Sumário

[1) INTRODUÇÃO 7](#_Toc487108315)

[2) OBJETIVOS 10](#_Toc487108316)

[2.1) Objetivo Geral 10](#_Toc487108317)

[2.2) Objetivos Específicos 10](#_Toc487108318)

[3) MATERIAL E MÉTODOS 11](#_Toc487108319)

[3.1) Caracterização da área experimental 11](#_Toc487108320)

[3.2) Coleta de dados 11](#_Toc487108321)

[3.2.1) Amostra de solo inicial 11](#_Toc487108322)

[Figura 1. Método de coleta de solo utilizada. 12](#_Toc487108323)

[Tabela 1. Resultado da análise do solo coletada nos dois locais do experimento. 12](#_Toc487108324)

[3.3) Preparo e implementação do experimento 12](#_Toc487108325)

[Tabela 2. Caracterização das fontes de calcário utilizadas. 13](#_Toc487108326)

[Figura 2. Esquema do delineamento experimental. 14](#_Toc487108327)

[3.4) Condução do experimento 14](#_Toc487108328)

[3.5) Análise de dados 14](#_Toc487108329)

[4) RESULTADOS E DISCUSSÃO 16](#_Toc487108330)

[Tabela 3. ANOVA 16](#_Toc487108331)

[Figura 3. Efeito da calagem sobre os tratamentos. 17](#_Toc487108332)

[Tabela 4. Índices das maiores produtividades da safra 2016/17. 20](#_Toc487108333)

[5) CONCLUSÃO 20](#_Toc487108334)

[6) REFERÊNCIAS 21](#_Toc487108335)

# INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um alimento energético usado na alimentação humana, animal ou como biocombustível (FANCELI e DOURADO NETO, 2008), portanto sua relevância é incontestável no cenário agrícola. De acordo com a CONAB (2017), a produção brasileira de milho na safra 2016/17 foram produzidas 93.835,6 mil toneladas, com variação de 41% em relação à safra passada. Entretanto, a média produtiva brasileira persiste em patamares inferiores quando comparada a outros países como EUA, cujas estimativas giram em torno da produção de 357.37 mil toneladas durante a safra 2017/18 (USDA, 2017). A produção brasileira, voltada na obtenção de melhores resultados de produção, busca novas tecnologias aptas a reduzir problemas relacionados a doenças, pragas, deficiências nutricionais e fatores climáticos, juntamente com o uso de sementes de alta qualidade.

A produção de sementes de milho é um processo com alto valor agregado que requer inúmeros cuidados na sua execução. A acidez do solo é um dos fatores mais limitantes à produtividade das culturas. Porque a acidez do solo dificulta a disponibilidade de vários dos nutrientes e deixa a maioria inapta à absorção pelas plantas, principalmente o fósforo e o nitrogênio (MELLO et al., 1983). Tal acidez ativa remete aos íons de hidrogênio (H+) presentes na solução do solo e é determinada pelo índice pH (SILVA, 2013). A caracterização de um solo ácido também é dada pelo parâmetro de saturação por bases (V%) ,abaixo de 50%, demonstrando que no solo ocorre baixos teores de cátions como cálcio (Ca+2), magnésio (Mg+2) e altos teores de H+ e alumínio (Al+3) (MELLO et al., 1983 e RONQUIM, 2010). O Al+3 é tóxico às plantas e o baixo teor de Ca+2 no solo proporciona redução no crescimento das raízes (MONTEZANO, 2009).

O processo da calagem é amplamente conhecido para a correção da acidez do solo (PÁDUA et al., 2008), pois proporciona a elevação do pH, aumento da saturação por bases (SORATTO & CRUSCIOL, 2008), neutraliza parte do Al+3 (ZAMBROSI et al., 2007), e adiciona Ca+2 e Mg+2, proporcionando condições favoráveis para a alta produtividade de milho semente (FAGERIA a, 2001). Caso as condições de nutrição não forem as mais adequadas, as plantas irão produzir poucas sementes e direcionar seus fotoassimiliados para essas (CÍCERO et al.,1981). Isso quer dizer que segundo este autor, do ponto de vista fisiológico, as poucas sementes obtidas provavelmente possuirão a qualidade assegurada. Contudo, em explorações comerciais, visa-se maximizar a produção por planta, procura-se adaptar as exigências nutricionais e de pH do solo para que elas possuam os melhores desempenhos.

No cenário atual as empresas produtoras de sementes de milho híbrido têm contratado agricultores para a produção de sementes, os quais encarregam-se de todas as operações - desde o preparo do terreno até a colheita, sob a supervisão da companhia contratante. (SATO, 1991). Nisto, a empresa a qual demandou o trabalho delega ao agricultor a responsabilidade de que o solo no momento do plantio esteja com o pH de no mínimo de 5. Além disso, o produtor que apresenta um pH acima de 5,5 ou saturação por bases acima de 65 % é bonificado financeiramente por hectare contratado.

Os produtores de grãos do Rio Grande do Sul, normalmente, têm estabelecido em suas propriedades o sistema de plantio direto como método de produção, portanto, o uso de culturas na entressafra objetiva a cobertura do solo para dar continuidade aos efeitos desse manejo conservacionista (CHAVES & CALEGARI, 2001). As análises de solo feitas antes da contratação da área, desse modo, são realizadas pelas empresas contratantes após a dessecação da cultura da entressafra e um laudo é gerado com os atributos químicos do solo. Caso o resultado de pH e saturação por bases sejam inferiores aos exigidos anteriormente, o agricultor tem a possibilidade de efetuar calagem, visando adequar a qualidade química do seu solo ao requerido até a época de plantio, quando haverá uma nova análise de solo. O período de tempo entre o resultado da análise inicial e a nova coleta de solo é de aproximadamente 20 dias. A data citada é proposta pela empresa contratante estando de acordo com o planejamento de plantio para efetuar a semeadura de milho daquela região produtora. Neste caso só é possível realizar a calagem após a colheita da entressafra, fato este que reduz o tempo hábil de correção do solo. Portanto, os produtores que necessitarem se adequar, precisam de produtos capazes de elevar o pH para cerca de 5,5 e a saturação por bases a 65%, em um curto período de tempo (~ 20 dias).

Existem no mercado vários materiais corretivos, no Brasil entretanto, usa-se principalmente o calcário dolomítico (RODRIGUES, 2002) em razão da sua facilidade, baixo custo e volume disponível (SOUZA et al., 2011). Este tipo de calcário é constituído por carbonato de cálcio (CaCO3) e, no solo, em contato com a água, o calcário libera Ca+2, Mg+2 e carbonato (CO-3) e depois bicarbonato (HCO-3). Os dois últimos supracitados possibilitam a formação de OH-, de liberação lenta caracterizando-o como base fraca (PRIMAVESI, 2006).

Um segundo tipo de calcário é a cal virgem agrícola. Esta fonte de calcário passa por um processo de calcinação ou queima completa, seus constituintes são óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO), assim, apresenta-se como pó fino com liberação rápida de OH-, característica que confere o caráter de base forte à cal virgem agrícola (PRIMAVESI, 2004). Em resposta a essa rápida reação e o processamento deste calcário, o custo da cal virgem agrícola é bem superior ao dolomítico.

A efetividade reativa dos corretivos é mensurada principalmente por dois fatores, sendo o primeiro o Poder de Neutralização (PN), que indica a capacidade potencial do corretivo de neutralizar a acidez do solo, portanto quanto maior o PN menor será a quantidade de corretivo aplicada no solo (COELHO et al. 2014). E o segundo o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), fator relacionado à qualidade do produto e que mensura a quantidade do PN do corretivo que agirá em três meses (PRIMAVESI, 2004).

Interessados em elevar o pH e a saturação por bases no solo para a otimização do processo e bonificação financeira em um curto espaço de tempo, os produtores cooperados possuem alta demanda por produtos capazes de elevar os parâmetros do solo. Dessa forma, tem-se a necessidade de avaliar se as fontes de calcário mais utilizadas são capazes de alcançar os valores desejados em tempo hábil, assim como as fontes com custo mais elevado, como a cal virgem agrícola mais comercializada na região de produção de sementes do Rio Grande do Sul. Assim, objetivou-se avaliar a ação corretiva e o tempo em dias, de reatividade de duas fontes de calcário em aplicação superficial em áreas produtoras de milho semente no Rio Grande do Sul.

# OBJETIVOS

2.1) Objetivo Geral

Avaliar o efeito reativo de duas fontes de calcário sobre propriedades químicas do solo para cultivo de milho semente em 0, 20 e 40 dias.

2.2) Objetivos Específicos

Avaliar o efeito reativo do calcário dolomítico e da cal virgem agrícola sobre o pH e sobre a saturação por bases no solo após suas aplicações em áreas produtoras de milho semente.

Verificar se há superioridade no efeito da correção do pH e da saturação por bases da cal virgem agrícola em relação ao calcário dolomítico.

# MATERIAL E MÉTODOS

3.1) Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido nos municípios de Cruz Alta e Santo Augusto, ambos no estado do Rio Grande do Sul, em pivôs contratados para produção de milho semente para uma empresa multinacional. O pivô usado em Cruz Alta, possui localidade geográfica de 28º 45’ 46,9’’ latitude sul, 053º 25’ 42,5’’ longitude Oeste e altitude de 395 m. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico descrito por (EMBRAPA, 2013). Já o pivô em Santo Augusto a localidade geográfica é 27º 57’ 33,9’’ latitude sul, 054º 05’ 32,6’’ longitude Oeste e altitude de 408m. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico (EMBRAPA, 2013).

3.2) Coleta de dados

3.2.1) Amostra de solo inicial

As amostras inicias de solo da área foram retiradas no mês de julho de 2016 em 30 pontos na profundidade de 0 a 10 cm, na área mais homogênea presente em cada pivô. O objetivo dessa amostragem foi o cálculo da quantidade de calcário dolomítico a ser aplicada na área de forma superficial e caracterização das condições iniciais do solo. A pá de corte reta foi utilizada como ferramenta de retirada das amostras, que foram homogeneizadas, embaladas e identificadas, individualmente, em saco plástico fornecido pelo laboratório e transportadas para a analise no laboratório de solos da Cooperativa Central Gaúcha Ltda (CCGL). O procedimento e os resultados das amostras da coleta podem ser verificados respectivamente pela Figura 1 e pela Tabela 1.



## Figura 1. Método de coleta de solo utilizada.

## Tabela 1. Resultado da análise do solo coletada nos dois locais do experimento.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Local | Solo | pH H2O | Índice SMP | Argila | M.O. | V% | |  |  |  |  |  | % | | | Cruz Alta | LVDT¹ | 4,7 | 5,5 | 45,06 | 4,5 | 47,47 | | Santo Augusto | LVED² | 5,03 | 5,5 | 47,2 | 5,94 | 57,08 | | Continuação.. |  |  |  |  |  |  | | K | AL³+ | Ca²+ | Mg²+ | H+Al | CTC\* | P | | cmolc/dm³ | | | | | pH 7 | mg/dm³ | | 0,39 | 0,72 | 5,82 | 184 | 8,95 | 17,01 | 25,41 | | 0,52 | 0,39 | 7,12 | 1,83 | 7,17 | 16,63 | 10,61 | |

Tabela 1. Resultado da análise de solo coletada nos dois locais do experimento. Análises Realizadas pelo laboratório CCGL pH em água 1:1, P e K determinados pelo método Mehlich -1; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos por KCl 1mol-1. ¹ - Latossolo Vermelho Distrófico Típico do município de Cruz Alta/ ² - Latossolo Vermelho Escuro Distrófico do município de Santo Augusto.

3.3) Preparo e implementação do experimento

Após o recebimento dos resultados das amostras iniciais do solo, a necessidade de calagem para o tratamento com a fonte de calcário dolomítico foi determinada a partir do método SMP visando atingir o pH igual a 5,5 na camada de 0 a 10 cm, em cobertura para o sistema plantio direto (CQFSRS/RS, 2004). O valor pH SMP foi igual a 5,5 para os dois locais, o que corresponde a indicação de 3,7 toneladas de calcário (PRNT a 100 %) por hectare. Entretanto, como o PRNT do calcário a ser utilizado é igual a 91 %, fez-se obrigatória a conversão da quantidade a ser aplicada (CQFSRS/RS, 2004), para quatro toneladas por hectare.

A determinação das doses testadas no experimento dos tratamentos pela cal virgem foram 50 % e 100 %, respectivamente, em relação à dose recomendada pelo revendedor. As características das fontes de calcário utilizadas, suas doses utilizadas para o experimento e composições químicas estão reproduzidas na Tabela 2.

## Tabela 2. Caracterização das fontes de calcário utilizadas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Calcário | Quantidade | CaO | MgO | PRNT | PN | | |  | (ton/ha) | |  | | --- | | % | | | | | | Dolomítico | 4 | 47 | 8 | 91 | 99 | | Cal 500KG | 1 | 60 | 30 | 175 | 183 | | Cal 1TON | 0,5 | 60 | 30 | 175 | 183 | |

Foi utilizado o delineamento experimental em faixas em esquema fatorial 2 x 3 x 3 com cinco repetições. O primeiro fator corresponde aos dois locais estudados, o segundo as duas fontes de calcário utilizadas e duas doses da ultima fonte e o ultimo as três datas de coleta (0, 20 e 40 dias após a aplicação).

Em cada local, cada tratamento, foi aplicado em uma faixa com 100 metros de comprimento e 25 metros de largura. Dentro de cada faixa, a cada 20 metros, foi marcado, com o auxílio de um GPS, um ponto fixo para amostragem ao longo do tempo. Este ponto foi considerado como uma repetição, totalizando por tratamento, em cada área, cinco repetições.

Durante o mês de agosto, os corretivos foram distribuídos na superfície da palhada sobre o solo, poucos dias após a dessecação do azevém presente na área, sem incorporação. O procedimento foi reproduzido no outro pivô central utilizado, formando o esquema representado na Figura 2.

## Figura 2. Esquema do delineamento experimental.

|  |
| --- |
|  |

Figura 2. A – Fonte de calcário dolomítico; B – Fonte de calcário Cal Virgem em 50 % da dose recomendada; C – Fonte de calcário Cal Virgem em 100 % da dose recomendada.

3.4) Condução do experimento

Os pivôs utilizados têm um histórico de manejo sob Sistema de Plantio Direito há mais de sete anos, sendo assim um sistema já consolidado. Assim, para simular a aplicação em uma área de produção de milho semente em Sistema de Plantio Direto, no qual não houve incorporação do calcário, a calagem foi feita de forma superficial sem incorporação. A irrigação foi realizada pelos pivôs de acordo com as necessidades hídricas do solo. Após 20 e 40 dias feita a calagem, foram consultados os 5 pontos de GPS e acerca de 30 cm de cada ponto foram retiradas 2 amostras simples do solo, na camada 0 a 10 cm, para a composição das amostras compostas. Essas amostras foram analisadas individualmente pelo laboratório da CCGL quanto ao pH e a saturação por bases, repetindo o método de análise utilizado pelas amostras iniciais.

3.5) Análise de dados

Os dados obtidos das análises das amostras compostas dos tratamentos foram armazenados em planilhas. Foi realizada a análise de variância, considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), para as variáveis pH e saturação por bases avaliando-se o efeito das interações entre tratamentos, tempos e locais.

Nos casos em que a ANOVA, indicou a existência de diferenças significativas entre os locais, foi realizado o teste t a 5% para a comparação das médias dos parâmetros por local. E nos casos em que a ANOVA indicou a existência de diferenças significativas entre os dias e entre os tratamentos foi realizado o teste Tukey a 5% para a comparação das médias dos parâmetros pelos dias. As análises foram realizadas no *software* SAS.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou diferença significativa para as médias de valores de pH e saturação por bases em relação aos dias e locais. Não houve diferenças entre os tratamentos. Apenas a interação tratamento x local foi significativa (Tabela 3).

## Tabela 3. ANOVA

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Fonte de variação | G.L. | pH | V% | | F | F | | Fontes de calcário | 2 | 2,31 | 1,64 | | Dias | 2 | 91,57\* | 36,61\* | | Local | 1 | 33,49\* | 38,96\* | | Fontes de calcário x Dias | 4 | 0,23 | 0,53 | | Fontes de calcário x Local | 2 | 5,39\* | 5,76\* | | Dias x Local | 2 | 1,31 | 0,27 | | Tratamento x Dias x Local | 4 | 1,37 | 1,36 | | Resíduo | 72 |  |  | |

ANOVA com fatorial para as variáveis pH e saturação por bases (V%) 0, 20 e 40 dias após a aplicação, por cobertura, de três tipos de calcários nos municípios de Cruz Alta e Santo Augusto, RS.

\*- Significativo a p < 0,05

Após 20 dias feita a calagem, a análise de pH e saturação por bases do solo para Cruz Alta apresentaram os seguintes valores 5,76 e 75,76 %, 5,44 e 68,06 % e 5,54 e 70,04 % respectivamente para calcário dolomítico, cal virgem com 50 % da dose e cal virgem 100 % da dose recomenda. Os resultados para Santo Augusto foram 5,32 e 60,04 %, 5,32 e 57,48 %, 5,48 e 65,62 % respectivamente para calcário dolomítico, cal virgem com 50 % da dose e cal virgem 100 % da dose recomenda. Os \*resultados 40 dias após a calagem foram para pH e saturação por bases igual a

Todas as fontes de calcário elevaram o pH e saturação por bases (Figura 4). A comparação das médias de pH e saturação por bases do solo indicou que os valores médios desses parâmetros não diferenciaram entre si, entretanto tiveram diferenças significativas entre os locais, representados na Figura 4.

## Figura 3. Efeito da calagem sobre os tratamentos.

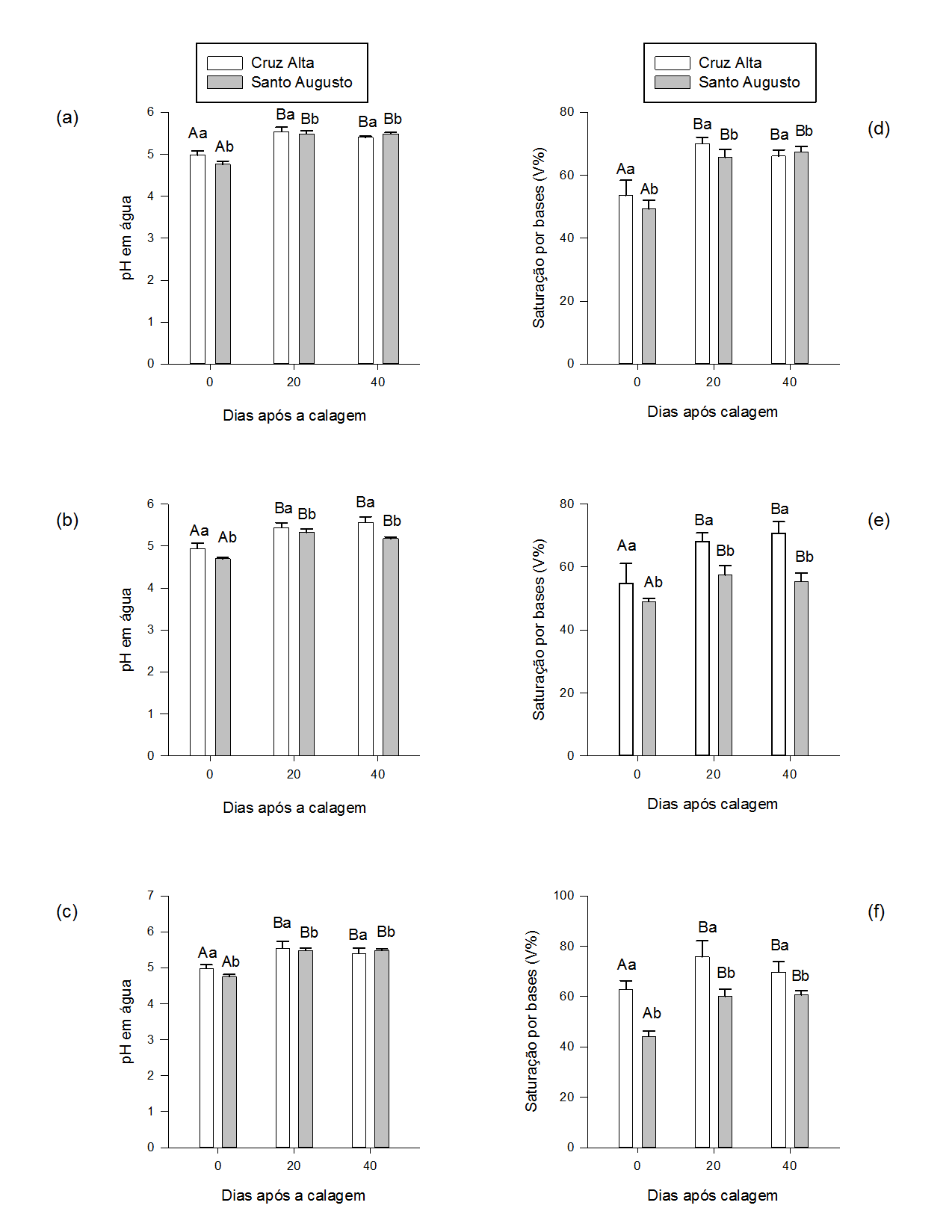


Figura 3. Efeito da calagem com calcário dolomítico sobre o pH (a), efeito da calagem com cal agrícola em 50% da dose comercial recomendada sobre o pH (b), efeito da calagem com cal agrícola em 100% da dose comercial recomendada sobre o pH (c). Efeito da calagem com calcário dolomítico sobre a saturação por bases (d), efeito da calagem com cal agrícola em 50% da dose comercial recomendada sobre saturação por bases (e), efeito da calagem com cal agrícola em 100% da dose comercial recomendada sobre saturação por bases (f). Nota: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença (p < 0,05) entre o tempo de aplicação e letras minúsculas indicam diferença (p < 0,05) entre os locais.

O resultado mostrou que os índices de pH obtidos pelo calcário dolomítico e pela cal agrícola em ambas as doses, proporcionaram aumento do pH para próximo ao desejado em 20 dias, sem diferença significativa sugerindo igualdade entre a performance corretiva dessas diferentes fontes de calcário no período de tempo avaliado.

A rápida elevação do pH e saturação por bases do solo, do tratamento com calcário dolomítico nas camadas 0 a 10 cm, também foi relativamente semelhante ao tempo de reação observado por Amaral (2001) e Caires (2000), em condições de solo e clima similares às do presente trabalho.

A cal virgem usada na experimentação, demandou menor quantidade de produto para a correção do que a recomendada pelo revendedor, já que metade da dose recomendada apresentou aumento do pH e saturação por bases sem diferenças significativas para 100% da dose. Entretanto, o custo da quantidade de cal virgem, nos valores da safra 2016/17 foi 8 vezes superior ao custo da quantidade do calcário dolomítico necessário para a correção. Os preços foram cotados para o calcário dolomítico em três revendas do produto (Contribá, Três Tentos e Agricruz), as quais são próximas aos locais do experimento. E o custo da cal virgem agrícola foi o valor passado pelo representante da marca, a qual só realiza vendas diretas ao produtor. Portanto, há superioridade econômica entre o uso do calcário dolomítico para o uso da cal virgem, além da maior facilidade e acesso ao calcário dolomítico em vários locais de venda.

Os valores de saturação por bases e pH do solo resultantes da calagem em Cruz Alta, mostraram ter sido suficientes para a bonificação do produtor, portanto, nessas condições, ambas as fontes de calcário seriam indicadas para tal função. Os efeitos da calagem superficial nas características químicas do solo podem variar de acordo com a acidez potencial da camada, a dose utilizada, o tempo de reação e a disponibilidade de água. (RODRIGHERO, M. B. et al., 2015). O fato de ter ocorrido irrigações frequentes nos pivôs utilizados influencia a rápida reatividade dos tratamentos. A água é relevante para dissolução e promoção do aumento da saturação por bases tanto do calcário dolomítico quanto da cal virgem (RAMOS et al. 2006). As fontes de calcário não só reduzem a acidez do solo, mas também adicionam Ca+2 e Mg+2, pela a neutralização do H+ e Al+3 do solo (VELOSO, et al., 2000). Essa entrada de cátions básicos aumenta a saturação por bases e pH (MELLO F. A., 1983).

Os valores da saturação por bases e pH para Santo Augusto foram, contudo, inferiores aos requisitados pela empresa contratante. O Latossolo Vermelho Distrófico Típico do município de Cruz Alta, e o Latossolo Vermelho Escuro Distrófico do município de Santo Augusto apresentaram mesmo índice SMP. Esse índice lhes conferiu a mesma recomendação de calcário para a correção do pH. Porém, esses solos diferenciam-se em relação a outros fatores que interferem no balanço químico da solução do solo como teor de matéria orgânica, teor de argila, pH e outros teores de nutrientes (Tabela 1). Essas diferenças resultam em variações do poder tampão desse solo, que atua diretamente na resistência do solo para variação do pH e da saturação por bases. Assim, justifica-se a diferença significativa dos valores de pH e saturação por bases entre os dois locais.

Trabalho sobre efeito da calagem em solos tamponados do Rio Grande do Sul, afirma-se que em solos com alto teor de matéria orgânica o valor de pH menor que 5,5 não altera o potencial produtivo da cultura empregada, porque o poder tampão do solo altera a dinâmica dos íons (ERNANI et al., 1997). Da mesma forma, Silva (2013) mostrou interação entre influências do poder tampão na dinâmica dos íons presentes no solo, sugerindo também que a umidade do solo na época da coleta pode influenciar na determinação do pH e da saturação por bases. Portanto, como os solos analisados possuem alto índice de matéria orgânica (CQFSRS/RS, 2004) como o solo de Santo Augusto e o experimento foi realizado sobre sistema irrigado, há a predominância desse poder tampão afetando assim seus resultados de pH e saturação por bases.

Os dados de produção fornecidos pela empresa produtora de milho, confirmam que os valores de pH e saturação por bases requeridos pela empresa contratante afetam o ranking de produção. Já que para Cruz Alta, a produtividade do mesmo híbrido em outros pivôs da região, mostrou melhores resultados quando os valores de pH e saturação por bases foram superiores a 5,5 e 65 % respectivamente. Entretanto, para Santo Augusto, os pivôs apresentaram alta produtividade mesmo com valores de pH e saturação por bases um pouco inferiores aos requisitados (Tabela 4).

## Tabela 4. Índices das maiores produtividades da safra 2016/17.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Local | Pivô | pH | V % | Produtividade em kg por hectare |
|
| Santo Augusto | 3 | 5,3 | 56,88 | 3447,121 |
| Cruz Alta | 4 | 5,6 | 67,14 | 3383,899 |
| Cruz Alta | 1 | 5,8 | 73,86 | 3167,023 |
| Santo Augusto | 1 | 5,3 | 58,1 | 3144,103 |
| Santo Augusto | 2 | 5,2 | 52,2 | 3110,612 |
| Cruz Alta | 9 | 5,5 | 70,2 | 2836,26 |
| Cruz Alta | 5 | 5,6 | 70,58 | 2487,083 |
| Santo Augusto | 3 | 5,3 | 53,4 | 2365,283 |

Portanto, para os solos analisados, o fator de pH e saturação por bases é importante, mas deve ser aceita uma margem mais flexível para solos com altos teores de matéria orgânica.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tratamentos foram suficientes para elevar o pH e a saturação por bases em 20 dias. Ao mesmo tempo não houve diferenças entre as performances química dos tratamentos, nessas condições experimentadas. Entretanto, o custo benefício do calcário dolomítico foi melhor em relação a cal virgem para a safra 2016/17.

# REFERÊNCIAS

AMARAL, 2001; Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 4, p.695-702, abr. 2001.

CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A. & FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 24:161-169, 2000.

CHAVES, J.C.D. & CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. Inf. Agropec., 22:53-60, 2001.

CÍCERO, S.M.; et al., A fertilidade do solo e sua relação com a produção, o peso e a composição química das sementes de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 16, n. 5, p.627-631, 1981a.

CIOTTA, M.N.; BAYER,C.; ERNANI, P.R; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. & ALBURQUERQUE, J.A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 28:317-326, 2004.

COELHO, V. H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.64-72, 2014.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, 2004.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. – v. 4, n.9 – Nono Levantamento, jun. 2016. Disponível em http://www.conab.gov.br/, Acesso em: 09/06/2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

ERNANI, P.R., NASCIMENTO, J.A., CAMPOS, M.L. O aumento do fósforo no solo diminui a fitotoxicidade do alumínio. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DECIÊNCIA DO SOLO, 1997. Rio de Janeiro, RJ. Anais... Rio de Janeiro: Soc. Bras. de Ciência do Solo, 1997.

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1419- 1424, 2001.

FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 5, n. 3, p. 416-424, Dec. 2001.

FANCELI, A. L.; D. DOURADO NETO. Produção de milho. Guaíba:

2.ed., Agropecuária. 2008. 360p.

GONÇALVEZ JRP, Moreira A, Büll LT, Crusciol CAC, Villas Boas RL. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. Acta Sci Agron. 2011;33:369-75.

MELLO, F.A.F.; SOBRINHO, M. de O.C. do B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A. & KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. 4.ed., São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MONTEZANO, Z. F. Aplicação de doses de calcário em área de rotação soja-milho em plantio direto no Cerrado para fins de definição de doses variadas. 2009. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PÁDUA, T.R.P.; SILVA, C.A. & DIAS, B.O. Nutrição ecrescimento do algodoeiro em Latossolo sob diferentescoberturas vegetais e manejo de calagem. Ci. Agrotec.,32:1481-1490, 2008.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI O.; Características de corretivos agrícolas. Documentos, 37; São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

RAMOS, L.A.; NOLLA, A.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.849-857, 2006.

RODRIGHERO, M. B. et al.; Aplicação Superficial de Calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 39:1723-1736, 2015.

RODRIGUES, R. C. Calcário, nitrogênio e enxofre para a recuperação do capim- braquiária cultivado em solo proveniente de uma pastagem degradada. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo Piracicaba, 2002.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento Por Satélite. 2010, 28p.

SATO, O. Efeito da seleção de espigas e da debulha na qualidade física e fisiológica das sementes de milho (Zea mays L.). Piracicaba, 1991. 134p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

SILVA, F. C. de S. Mensuração direta do pH do solo em campo por meio de eletrodos íon-seletivos. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. R. Bras. Ci. Solo, 32:675-688, 2008.

SOUZA H.A. de.; NATALE W.; ROZANE D.E., HERNANDES A.; ROMUALDO L.M. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. Revista Ciência Agronômica, v. 42, p.249-257, 2011.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO C. Escolha do corretivo da acidez do solo. Em: Kaminski J, coordenador. Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto. Pelotas: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2000. p.95-113.

USDA, ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. Disponível em: https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf . Acesso em: 09/06/2017.

VELOSO, C.A.C.; BORGES, A.L.; MUNIZ, A.S. & VIEGAS, I.J.M. Efeitos de diferentes materiais no pH do solo. Scientia Agricola, Piracicaba, v.49. p.123-128, 1992.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F. & CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. Ci. Rural, 37:110-117, 2007.

ZANDONA, R. R., 2015, Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. Pesq. Agropec. Trop. Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128 – 137, abr./jun. 2015.