



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – CAMPUS IX

**EFEITO DA APLICAÇÃO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO ( $\text{Ca(OH)}_2$ )  
SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO  
VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO TÍPICO**

WESLEI DOS SANTOS CUNHA

BARREIRAS

2017

WESLEI DOS SANTOS CUNHA

**EFEITO DA APLICAÇÃO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO (CA(OH)<sub>2</sub>)  
SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO  
VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO TÍPICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônoma da universidade do Estado da Bahia como requisito à obtenção do título de engenheiro agrônomo.

Orientador: Dr. Tadeu Cavalcante Reis

BARREIRAS

2017

## RESUMO

A presença de acidez é uma característica marcante dos solos do Cerrado. Essa acidez, na maioria das vezes, não se limita apenas à camada superficial, se encontra também em subsuperfície, o que dificulta o crescimento das raízes de culturas cultivadas em razão de elevadas concentrações de íons  $\text{Al}^{3+}$  e da baixa disponibilidade de nutrientes. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do hidróxido de cálcio sobre os atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. Os tratamentos foram compostos por um fatorial  $2 \times 5$ , sendo utilizadas duas formas de aplicação de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (solubilizada em água e incorporada) em 5 doses crescentes (0; 2,5; 5,0; 7,5 e  $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) equivalentes a PRNT de 100%. Os tratamentos foram dispostos em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 4 repetições, totalizando 40 unidades experimentais. Passados 90 dias da implantação do ensaio, foram analisadas, no Laboratório de Fertilidade do Solo da UNEB/Campus IX, variáveis químicas do solo relacionadas com a acidez, como pH, teores de  $\text{H}^+$  +  $\text{Al}^{3+}$ , alumínio, cálcio e magnésio, em cada uma das 5 camadas. A forma incorporada de aplicação do  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  obteve melhor desempenho que a forma solubilizada nas camadas até 60 cm de profundidade. Com o aumento das doses incorporadas de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , reduziu-se a acidez potencial ( $\text{H}^+$  +  $\text{Al}^{3+}$ ) e o teor de Al tóxico, além de ter ocorrido elevação do pH, aumento nos teores de Ca e Mg nas camadas subsuperficiais do solo.

## ABSTRACT

The presence of acidity is a characteristic feature of Cerrado soils. This acidity, for the most part, is not only limited to the superficial layer, it is also in subsurface, which hinders the growth of roots of cultivated crops due to high concentrations of  $\text{Al}^{3+}$  ions and the low availability of nutrients. The objective of this work was to evaluate the efficiency of calcium hydroxide on the chemical attributes of a typical Red-Yellow Latossolo Dystrophic. The treatments were composed of a 2x5 factorial, using two forms of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (solubilized in water and incorporated) in 5 increasing doses (0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10 t ha<sup>-1</sup>) equivalent to 100% PRNT. The treatments were arranged in a completely randomized design (DIC) with 4 replicates, totalizing 40 experimental units. In the soil fertility laboratory of UNEB / Campus IX, soil chemical variables related to acidity, such as pH,  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , aluminum, calcium and magnesium, were analyzed in the soil fertility laboratory at 90 days after the implantation of the assay. of the 5 layers. The incorporated form of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  application obtained better performance than the solubilized form in the layers up to 60 cm deep. With the increase of the incorporated doses of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , the potential acidity ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) and the toxic Al content were reduced, besides raising pH, increasing the Ca and Mg contents in the subsurface layers of the ground.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - pH do solo, nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm, em função das doses solubilizadas e incorporadas de hidróxido de cálcio.....22
- FIGURA 2 - Teores de  $H^+$  +  $Al^{3+}$  do solo, nas profundidades 0-20 e 40-60 cm, em função das doses solubilizadas e incorporadas de hidróxido de cálcio.....23
- FIGURA 3 - Teores de cálcio do solo, nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm, em função das doses incorporadas de hidróxido de cálcio.....24
- FIGURA 4 - Teores de magnésio do solo, nas profundidades 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, em função das doses incorporadas de hidróxido de cálcio...25

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição química e granulométrica das 5 profundidades do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.....13

TABELA 2 - pH, tores de  $H^+ + Al^{3+}$ , alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas 5 camadas do solo em função das formas de aplicação do hidróxido de cálcio ( $Ca(OH)_2$ ).....15

TABELA 3 - Médias de interação dos valores de pH comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.....17

TABELA 4 - Médias de interação dos teores de  $H^+ + Al^{3+}$  ( $cmolc\ dm^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.....18

TABELA 5 - Médias de interação dos teores de Alumínio ( $cmolc\ dm^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.....19

TABELA 6 - Médias de interação dos teores de cálcio ( $cmolc\ dm^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.....20

TABELA 7 - Médias de interação dos teores de magnésio ( $cmolc\ dm^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.....21

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
<b>2.1. Acidez do solo</b> .....	10
<b>2.2. Dinâmica de nutrientes em solos ácidos</b> .....	10
<b>2.3. Correção da acidez do solo</b> .....	11
<b>2.4. Acidez subsuperficial</b> .....	12
<b>2.5. Hidróxido de cálcio</b> .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	15
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27

## 1. INTRODUÇÃO

A presença de acidez é uma característica marcante dos solos do Cerrado, fato este, que inviabiliza a realização de práticas agrícolas neste bioma sem a adoção de técnicas de correção deste problema. Essa acidez, na maioria das vezes, não se limita apenas à camada superficial, se encontra também em subsuperfície, o que dificulta o crescimento das raízes de culturas cultivadas em razão de elevadas concentrações de íons  $\text{Al}^{3+}$  e da baixa disponibilidade de nutrientes presentes nessas condições de solo.

A grande porção de solo existente abaixo da camada arável, quando melhorada quimicamente, além de uma reserva de nutrientes, pode ser uma fonte de água para as culturas em períodos de déficit hídrico (ZANDONÁ et al., 2015).

Normalmente, o produto mais utilizado na correção da acidez do solo é o calcário, porém, devido à baixa solubilidade e mobilidade que apresenta, sua ação neutralizante limita-se apenas à camada superficial do solo. Caires et al. (2004) afirmam que a calagem não mostra efeitos benéficos expressivos na correção da acidez do subsolo. Aumentos nos valores de pH com a calagem são maiores na camada superficial do solo (0-5 cm), e decrescem com o aumento da profundidade do solo, principalmente quando o calcário é aplicado na superfície (CAIRES et al., 2003).

Visando contornar as limitações impostas pela acidez em camadas subsuperficiais do solo, os agricultores fazem uso do gesso agrícola que reduz o teor de alumínio tóxico e aumenta as concentrações dos macronutrientes cálcio e enxofre em profundidade. No entanto, a técnica de gessagem não possui efeitos de neutralização da acidez, pois a reação que ocorre com o gesso no solo não é capaz de liberar hidroxilas para neutralizar os íons de hidrogênio. Portanto, não há uma contribuição positiva da gessagem nos valores de pH do solo (VILELA et al., 2010).

Nesse contexto, o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) pode surgir como alternativa na correção da acidez em camadas mais profundas do solo, pois apresenta maior solubilidade que o calcário e diferencia-se do gesso agrícola pela presença de hidroxila em sua composição, o que lhe confere um poder de neutralização da acidez. Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a

eficiência do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) sobre os atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico do Cerrado.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Acidez do solo**

Ácidos são substâncias que em solução aquosa liberam íons hidrogênio. O conceito de PH foi introduzido para representar a concentração desses íons em uma solução. A escala de PH varia de 0 a 14. Nos solos podem ser encontrados valores de 3 a 10, com variações mais comuns em solos brasileiros entre 4,0 e 7,5. Um solo considerado ácido possui PH menor que 7.

Admitindo que a capacidade de troca de cátions tem um valor constante medida a PH 7, o solo será tanto mais ácido, quanto menos dessa capacidade de troca for ocupada por cátions básicos, tais como cálcio, magnésio, potássio e sódio. Portanto, a acidificação do solo consiste na remoção dos cátions básicos do complexo de troca catiônica (RAIJ, 1983).

Os solos podem ser naturalmente ácidos devido à própria pobreza em bases do material de origem. Além disso, os solos podem ter sua acidez aumentada por cultivos e adubações que levam a tal processo.

Há duas maneiras principais pelas quais ocorre a acidificação do solo. A primeira ocorre naturalmente pela dissociação do gás carbônico:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ . O  $\text{H}^+$  transfere-se então para a fase sólida do solo e libera um cátion trocável, que será lixiviado com o bicarbonato. Esse fenômeno é favorecido por valores de pH elevados, tornando-se menos importante em pH baixos, sendo inexpressivo a pH abaixo de 5,2. Portanto, em solos muito ácidos não é provável uma grande acidificação através do bicarbonato. A Segunda causa da acidificação é a utilização de alguns fertilizantes (sobretudo os amoniacais e a ureia) que durante a sua transformação no solo (pelos microrganismos) resulta em  $\text{H}^+$  (LOPES et al. 1991).

### **2.2. Dinâmica de nutrientes em solos ácidos**

O PH do solo é um fator importante na determinação da solubilidade de nutrientes que ficam em equilíbrio com a fase sólida. O cátion  $\text{H}^+$  compete diretamente com nutrientes, como Cu e Zn, por sítios de complexos e, portanto, aumenta sua concentração com a diminuição do PH. A solubilidade dos fosfatos de Fe, Al e Ca depende expressivamente do PH, bem como de ânions

adsorvidos e/ou precipitados e o P ligado com Fe e Al diminuem sua solubilidade com a redução do PH, enquanto o P ligado com cálcio aumenta (FAGERIA, 1989)

Perdas de cálcio e magnésio dos solos por lixiviação acontecem com a introdução no sistema de fontes de acidez ou doadores de prótons, basicamente amônio ou materiais com nitrogênio que liberam amônio. Portanto, ocorre o surgimento de  $H^+$ , prontamente incorporado ao solo em forma não dissociada, bloqueando cargas negativas e liberando bases em quantidades equivalentes. O nitrato não absorvido no solo permanece em solução quando os cátions são liberados, aumentando o teor de sais na solução do solo, que ficam livres para acompanhar a água de percolação. A lixiviação de cálcio e magnésio só se caracteriza após a remoção de sais do solo. Dessa forma, a acidificação do solo pode ser observada pela remoção de cátions básicos do perfil do solo até o limite do sistema radicular (RAIJ, 2011).

As formas de nitrogênio mineral do solo são influenciadas pelos níveis de acidez em que o solo se encontra. Em solos com acidez elevada predominam-se os teores de amônio em relação aos teores de nitrato, ocorrendo uma inversão com a redução da acidez. Isto ocorre porque a elevação do pH favorece o processo de nitrificação (MORO et al., 2013).

### **2.3. Correção da acidez do solo**

Quando se aplica um corretivo de acidez no solo, na maioria das vezes calcário (carbonato de cálcio e carbonato de magnésio), as reações resultantes são as seguintes:  $H^+ + CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2$ ;  $H^+ + 3CaCO_3 \rightarrow Ca^{2+} + Al(OH)_3 + 3CO_2$ .

Da mesma forma que representado acima, acontece com o carbonato de magnésio. Os carbonatos (de Ca ou de Mg) reagem com o hidrogênio do solo liberando água e gás carbônico. O alumínio é insolubilizado na forma de hidróxido. No caso de outros corretivos da acidez de solo, que não o calcário, como a cal virgem (CaO), cal hidratada  $Ca(OH)_2$ , calcário calcinado, etc., que são quimicamente bases fortes, o mecanismo de neutralização da acidez do solo baseia-se na reação da hidroxila ( $OH^-$ ) com o ( $H^+$ ) da solução do solo (LOPES et al. 1991).

## **2.4. Acidez subsuperficial**

Os solos do cerrado podem apresentar problemas de acidez subsuperficial, e a incorporação profunda de calcário para controlar essas condições nem sempre é viável na lavoura. Dessa forma, camadas mais profundas do solo, entre 35 e 40 cm, podem continuar com excesso de alumínio tóxico, associado ou não a deficiência de cálcio, mesmo que se tenha realizado calagem considerada adequada (SOUSA & LOBATO, 2004).

Com a calagem promove-se a correção da camada arável; porém, o subsolo permanece ácido, pelo menos em curto prazo, apresentando o que chamamos de “barreiras químicas” à penetração das raízes. Isso porque o íon bicarbonato é destruído na neutralização da acidez do solo, não havendo, assim, ânion para acompanhar os cátions  $\text{Ca}^{2+}$  na lixiviação (RAIJ, 2011).

## **2.5. Hidróxido de cálcio**

Também denominado cal extinta ou cal apagada, é produzido pela adição de água à cal virgem, representada pela seguinte reação:  $\text{CaO}$  (óxido de cálcio) +  $\text{H}_2\text{O}$  (água) =  $\text{Ca(OH)}_2$  (hidróxido de cálcio) (COELHO, 1973).

Comumente a hidróxido de cálcio não vem sendo usado para fins agrícolas. No entanto, principalmente devido à elevação desproporcional que ocorre no custo de transporte, é possível que esse produto passe a ser mais utilizado, uma vez que novas técnicas de aplicação de corretivos começam a ser estudadas (MALAVOLTA, 1985)

O hidróxido de cálcio é obtido industrialmente pela hidratação da cal virgem. Tem ação neutralizante semelhante à da cal virgem. A diferença entre ambos é que a cal virgem se hidrata com a água contida no solo e o processo de hidratação do hidróxido de cálcio é industrial (PRIMAVESI, 2004).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade do Estado da Bahia – Campus IX, num período de fevereiro à abril de 2017, no município de Barreiras-BA, localizado nas coordenadas 12°53'51,2" S e 45°30'10,9" O. O clima local é classificado como tropical com inverno seco, de acordo com Köppen (1948). A precipitação média anual é de 1140 mm, sendo esta concentrada entre os meses de outubro e abril (INMET).

Utilizou-se um solo do Cerrado, classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, o qual foi coletado de forma estratificada em camadas de 20 cm, até a profundidade de 1m, totalizando 5 camadas (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm). As referidas camadas foram remontadas em tubos de PVC com 15 cm de diâmetro por 115 cm de altura. A caracterização química e granulométrica do referido solo se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química e granulométrica das 5 profundidades do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico

Profundidade (m)	pH <sub>(H2O)</sub> ..1:2,5..	Ca ..... cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	Mg ..... cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	H+Al ..... cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	Al ..... cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....	P .. mg dm <sup>-3</sup> ..	K ..... mg dm <sup>-3</sup> ..
0,0-0,2	4,77	0,15	0,11	3,5	0,6	0,12	0,60
0,2-0,4	4,77	0,05	0,24	3,2	0,6	0,06	0,34
0,4-0,6	4,84	0,05	0,19	3,0	0,5	0,07	0,07
0,6-0,8	4,59	0	0,17	2,7	0,5	0,02	0,07
0,8-1,0	4,56	0	0,15	2,7	0,5	0,04	0,02

Profundidade (m)	Areia ..... (%) .....	Silte ..... (%) .....	Argila ..... (%) .....
0,0-0,2	85,15	6,67	8,18
0,2-0,4	85,69	1,74	12,57
0,4-0,6	82,71	8,39	8,90
0,6-0,8	83,21	5,12	11,67
0,8-1,0	81,00	5,43	13,57

Os tratamentos foram compostos por um fatorial 2x5, sendo utilizadas duas formas de aplicação de Ca(OH)<sub>2</sub> (solubilizada em água e incorporada) em

5 doses crescentes (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10 t ha<sup>-1</sup>) equivalentes a PRNT de 100%. Os tratamentos foram dispostos em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 4 repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

Após a montagem das camadas nos tubos, o solo foi levemente pressionado a fim de simular as condições de estruturação deste no campo. Nas parcelas que receberam o Ca(OH)<sub>2</sub> incorporado, a camada superficial (0-20 cm) foi anteriormente colocada em um balde para mistura das doses do corretivo e em seguida foi acondicionada no tubo. Nas unidades experimentais que receberam as doses solubilizadas do Ca(OH)<sub>2</sub> não houve revolvimento da camada superficial (0-20 cm), já que o Ca(OH)<sub>2</sub> foi aplicado em superfície.

A aplicação das doses solubilizadas de Ca(OH)<sub>2</sub> ocorreu de forma parcelada, evitando um fornecimento excessivo de água ao solo de uma única vez. Todas as parcelas receberam a mesma quantidade de água necessária para diluir a dose máxima do corretivo, ou seja, nas parcelas com tratamentos de doses incorporadas houve somente o fornecimento de água, a fim de que todos os tratamentos recebessem as mesmas condições.

Passados 90 dias da aplicação dos tratamentos, foram analisadas, de acordo com a Embrapa (1997), no Laboratório de Fertilidade do Solo da UNEB/Campus IX, variáveis químicas do solo que são influenciadas pela acidez, como pH, teores de H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (acidez potencial), alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), em cada uma das 5 camadas.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância. A comparação entre as médias das formas de aplicação do Ca(OH)<sub>2</sub> foi feita por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e o efeito das doses de Ca(OH)<sub>2</sub> em cada uma das formas de aplicação foi avaliado através de análise de regressão com auxílio do software estatístico Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até a profundidade de 60 cm, a aplicação incorporada de  $\text{Ca(OH)}_2$  foi mais efetiva na elevação do pH do solo em comparação à aplicação solubilizada. Já nas camadas entre 60 e 100 cm, a solubilização do  $\text{Ca(OH)}_2$  proporcionou maiores valores de pH (Tabela 2).

**Tabela 2** - pH, tores de  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas 5 camadas do solo em função das formas de aplicação do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ )

Formas de aplicação do $\text{Ca(OH)}_2$	0-20 cm				
	pH	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	Al ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	Ca ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	Mg ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )
Solubilizada	6,80 b	1,85 a	0	2,08 b	0,91 a
Incorporada	7,24 a	1,61 b	0	3,18 a	0,21 b
CV (%)	2,16	15,2	-	5,87	10,01
20-40 cm					
Solubilizada	4,92 b	3,94 a	0,42 a	0,36 b	0,25 b
Incorporada	6,25 a	2,30 b	0,11 b	1,25 a	0,59 a
CV (%)	2,14	6,41	13,55	12,27	5,81
40-60 cm					
Solubilizada	4,85 b	2,68 a	0,36 a	0,23 b	0,15 b
Incorporada	5,55 a	2,13 b	0,11 b	0,56 a	0,72 a
CV (%)	2,50	10,64	17,9	29,85	9,09
60-80 cm					
Solubilizada	5,48 a	3,87 a	0,23 b	0,18 a	0,13 b
Incorporada	5,11 b	2,92 b	0,41 a	0,16 a	0,31 a
CV (%)	1,75	34,98	45,15	45,24	12,10
80-100 cm					
Solubilizada	5,60 a	3,22 b	0,29 a	0,14 b	0,20 b
Incorporada	5,24 b	3,70 a	0,26 a	0,24 a	0,24 a
CV (%)	1,85	7,94	22,27	43,47	11,33

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas na mesma profundidade não diferem entre si.

Os tores de  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  foram menores com aplicação incorporada do que com a solubilizada até os 80 cm de profundidade. De 80 a 100 cm, a forma solubilizada promoveu maior redução desses componentes. Na camada 0-20

cm, ambas as formas de aplicação não apresentaram teor de Al. Entre 20 e 60 cm a concentração deste elemento foi menor na forma incorporada. No entanto, na camada 60-80 cm, a solubilização do  $\text{Ca(OH)}_2$  proporcionou menor teor de Al. Não houve diferença entre as formas de aplicação nessa variável na camada 80-100 cm (Tabela 2).

Em todas as camadas do solo, o teor de Ca foi maior com a incorporação do  $\text{Ca(OH)}_2$ , exceto na camada 60-80 cm, na qual não houve diferença entre as formas de aplicação. A aplicação solubilizada obteve maior teor de Mg apenas na camada superficial (0-20 cm), sendo que nas demais, esta forma de aplicação do  $\text{Ca(OH)}_2$  foi responsável pelas menores concentrações do nutriente (Tabela 2).

O fato da aplicação solubilizada de  $\text{Ca(OH)}_2$  ter apresentado as piores médias na maioria das camadas subsuperficiais, ou seja, abaixo de 20 cm, pode ser explicado pelo não revolvimento da camada superficial nas parcelas que receberam essa forma de aplicação. Sendo assim, a camada superficial nessas unidades experimentais apresentou-se mais compactada, podendo esta ter atuado como uma barreira à descida do  $\text{Ca(OH)}_2$ , filtrando a maior parte de seus componentes de correção.

Em todas as variáveis analisadas houve efeito significativo da interação formas de aplicação x doses de  $\text{Ca(OH)}_2$ . No pH do solo, a aplicação incorporada, comparada à solubilizada, obteve maiores valores com as doses 2,5, 5,0 e 10,0 t ha<sup>-1</sup> na camada 0-20 cm (Tabela 3). Na camada 20-40 e 40-60 cm a forma incorporada obteve maior pH com todas as doses (Tabela 3). Já na camada 60-80 cm não houve uma predominância de uma forma de aplicação sobre a outra para os valores de pH, ou seja, em duas doses (2,5 e 7,5 t ha<sup>-1</sup>) a incorporação do  $\text{Ca(OH)}_2$  foi melhor e nas outras duas (5 e 10 t ha<sup>-1</sup>) a solubilização o foi (Tabela 3). Na camada 80-100 cm, apenas com a dose 2,5 t ha<sup>-1</sup> a aplicação incorporada conseguiu ser superior à solubilizada, nas demais doses (5, 7,5 e 10 t ha<sup>-1</sup>) o pH foi maior com aplicação solubilizada (Tabela 3), mostrando que doses elevadas de  $\text{Ca(OH)}_2$  diluídas conseguem atingir elevadas profundidades.

O teor de  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , na camada 0-20 cm, foi menor com a aplicação solubilizada do que a incorporada na dose 2,5 t ha<sup>-1</sup>. Com as doses 5 e 7,5 t

ha<sup>-1</sup>, o Ca(OH)<sub>2</sub> incorporado foi quem obteve a menor concentração de H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> (Tabela 4).

**Tabela 3** – Médias de interação dos valores de pH comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.

Formas de aplicação do Ca(OH) <sub>2</sub>	Doses (t ha <sup>-1</sup> )			
	2,5	5	7,5	10
0-20 cm				
Solubilizada	6,31 b <sup>1</sup>	6,82 b	7,14 a	7,57 b
Incorporada	6,97 a	7,37 a	7,16 a	8,55 a
20-40 cm				
Solubilizada	5,83 b	5,31 b	4,33 b	5,03 b
Incorporada	6,52 a	6,84 a	6,35 a	7,64 a
40-60 cm				
Solubilizada	5,70 b	5,09 b	3,76 b	4,49 b
Incorporada	5,94 a	5,93 a	5,93 a	5,98 a
60-80 cm				
Solubilizada	5,61 b	6,13 a	4,68 b	5,45 a
Incorporada	5,77 a	5,42 b	5,18 a	5,16 b
80-100 cm				
Solubilizada	4,12 b	6,04 a	6,13 a	5,33 a
Incorporada	6,25 a	4,53 b	4,75 b	5,05 b

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna da mesma profundidade não diferem estatisticamente entre si.

Na camada 20-40 cm, com as doses 2,5 e 7,5 t ha<sup>-1</sup>, a aplicação solubilizada proporcionou menores valores nesta variável, sendo superada pela aplicação incorporada nas doses 5 e 10 t ha<sup>-1</sup> (tabela 4). Em todas as doses na camada 40-60 cm, o Ca(OH)<sub>2</sub> incorporado obteve menor teor de H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> que o solubilizado (Tabela 4). Na camada seguinte (60-80 cm), houve diferença entre as formas de aplicação somente com a dose 10 t ha<sup>-1</sup>, onde a aplicação incorporada foi melhor que a solubilizada. De 80 à 100 cm de profundidade, a aplicação solubilizada foi melhor que a incorporada com as doses 2,5, 5 e 10 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 4).

**Tabela 4** – Médias de interação dos teores de  $H^+ + Al^{3+}$  ( $cmol_c dm^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.

Formas de aplicação do $Ca(OH)_2$	Doses ( $t ha^{-1}$ )			
	2,5	5	7,5	10
0-20 cm				
Solubilizada	1,33 b <sup>1</sup>	2,01 a	1,70 a	0,36 a
Incorporada	4,42 a	1,05 b	0,32 b	0,06 a
20-40 cm				
Solubilizada	3,71 b	5,05 a	2,36 b	4,76 a
Incorporada	4,76 a	0,82 b	2,76 a	0,08 b
40-60 cm				
Solubilizada	3,44 a	3,88 a	1,38 a	1,80 a
Incorporada	3,00 b	3,11 b	0,23 b	0,44 b
60-80 cm				
Solubilizada	3,66 a	2,74 a	5,66 a	4,95 a
Incorporada	3,15 a	3,88 a	5,23 a	0,73 b
80-100 cm				
Solubilizada	2,69 b	2,52 b	3,03 a	4,19 b
Incorporada	3,26 a	3,74 a	3,12 a	4,83 a

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna da mesma profundidade não diferem estatisticamente entre si.

Não houve interação significativa dos fatores formas x doses para os teores de Al na camada 0-20, em razão da eliminação deste elemento por ambas as formas de aplicação nesta camada. Na camada 20-40 e 40-60 cm, todas as doses do  $Ca(OH)_2$  incorporado foram suficientes para retirar o alumínio do solo, algo que não ocorreu com a aplicação solubilizada. Somente com a dose  $2,5 t ha^{-1}$  é que não houve diferença entre as formas de aplicação (Tabela 5). Na camada 60-80 cm houve diferença entre as formas de aplicação para os teores de Al somente com a dose  $5 t ha^{-1}$ , onde o  $Ca(OH)_2$  solubilizado eliminou o teor de Al (Tabela 5). A aplicação incorporada, na camada 80-100 cm, se diferenciou da solubilizada com as doses  $2,5$  e  $10 t ha^{-1}$ , obtendo menor teor de Al. Nas demais doses ( $5$  e  $7,5 t ha^{-1}$ ), a aplicação solubilizada obteve melhor desempenho por eliminar o Al (Tabela 5)

**Tabela 5** – Médias de interação dos teores de Alumínio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.

Formas de aplicação do $\text{Ca(OH)}_2$	Doses ( $\text{t ha}^{-1}$ )			
	2,5	5	7,5	10
20-40 cm				
Solubilizada	0 a <sup>1</sup>	0,61 a	0,69 a	0,52 a
Incorporada	0 a	0 b	0 b	0 b
40-60 cm				
Solubilizada	0 a	0,44 a	0,45 a	0,54 a
Incorporada	0 a	0 b	0 b	0 b
60-80 cm				
Solubilizada	0,08 a	0 b	0,37 a	0,42 a
Incorporada	0 a	0,21 a	0,55 a	0,55 a
80-100 cm				
Solubilizada	0,91 a	0 b	0 b	0,53 a
Incorporada	0 b	0,48 a	0,40 a	0,31 b

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna da mesma profundidade não diferem estatisticamente entre si.

Nas camadas 0-20, 20-40 e 40-60 cm, os teores de Ca foram maiores com aplicação incorporada de  $\text{Ca(OH)}_2$  em todas as doses, em comparação à aplicação solubilizada (Tabela 6). A forma solubilizada do  $\text{Ca(OH)}_2$  superou à incorporada nesta variável somente na camada 60-80 cm com a dose 2,5  $\text{t ha}^{-1}$  (tabela 6). De 80 à 100 cm, a aplicação incorporada promoveu maior teor de Ca que a solubilizada com a dose 5  $\text{t ha}^{-1}$ . Nas demais doses não houve diferença entre as formas de aplicação (Tabela 6).

Os teores de Mg, na camada 0-20 cm, foram maiores com a aplicação solubilizada do  $\text{Ca(OH)}_2$  em todas as doses, em comparação a forma incorporada (Tabela 7). Nas camadas 20-40, 40-60 e 60-80 cm, os resultados foram inversos, ou seja, a forma incorporada de aplicação foi superior à solubilizada em todas as doses para o teor de Mg (Tabela 7).

**Tabela 6** – Médias de interação dos teores de cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.

Formas de aplicação do $\text{Ca(OH)}_2$	Doses ( $\text{t ha}^{-1}$ )			
	2,5	5	7,5	10
0-20 cm				
Solubilizada	1,80 b <sup>1</sup>	1,18 b	2,20 b	3,21 b
Incorporada	2,78 a	3,04 a	3,60 a	4,99 a
20-40 cm				
Solubilizada	0,51 b	0,38 b	0,29 b	0,39 b
Incorporada	1,07 a	1,78 a	1,78 a	1,56 a
40-60 cm				
Solubilizada	0,34 a	0,13 b	0,09 b	0,27 b
Incorporada	0,50 a	0,67 a	0,65 a	0,76 a
60-80 cm				
Solubilizada	0,28 a	0,21 a	0,11 a	0,19 a
Incorporada	0,11 b	0,15 a	0,09 a	0,25 a
80-100 cm				
Solubilizada	0,15 a	0,15 b	0,12 a	0,16 a
Incorporada	0,15 a	0,43 a	0,14 a	0,16 a

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna da mesma profundidade não diferem estatisticamente entre si.

A solubilização do  $\text{Ca(OH)}_2$ , comparada a incorporação, na camada 80-100 cm, obteve maior teor de Mg com a dose  $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ , enquanto que nas demais doses (5, 7,5 e  $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) a incorporação do  $\text{Ca(OH)}_2$  obteve melhor desempenho (Tabela 7).

Com relação ao efeito das doses dentro de cada forma de aplicação do  $\text{Ca(OH)}_2$ , houve ajuste de modelo de regressão nas variáveis pH,  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , Ca e Mg. Somente os teores de Al não se ajustaram a qualquer modelo de regressão.

As doses de  $\text{Ca(OH)}_2$  solubilizadas apresentaram efeito sobre o pH do solo apenas na camada 0-20 cm. Nesta, à medida que se aumentaram as doses, elevou-se também o pH, atingindo um valor de 7,53 com a dose máxima ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) (Figura 1).

**Tabela 7** – Médias de interação dos teores de magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) comparando as formas de aplicação em cada dose de hidróxido de cálcio nas 5 profundidades do solo.

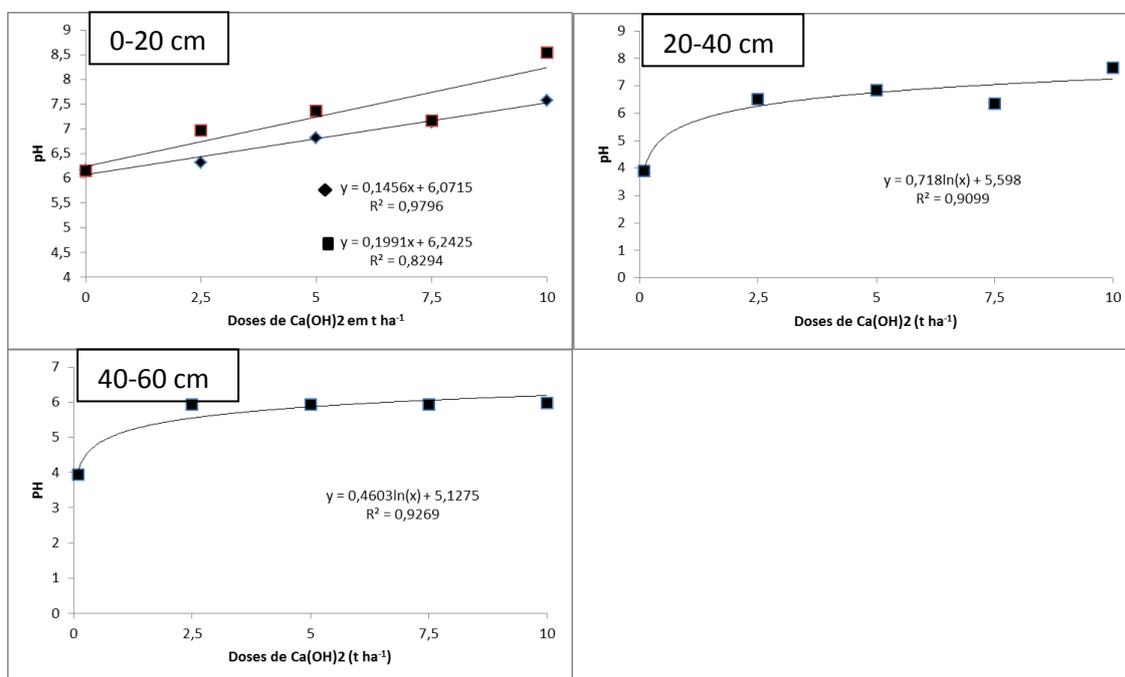
Formas de aplicação do $\text{Ca(OH)}_2$	Doses ( $\text{t ha}^{-1}$ )			
	2,5	5	7,5	10
0-20 cm				
Solubilizada	1,68 a <sup>1</sup>	1,09 a	0,86 a	0,49 a
Incorporada	0,33 b	0,24 b	0,26 b	0,10 b
20-40 cm				
Solubilizada	0,27 b	0,29 b	0,25 b	0,11 b
Incorporada	0,55 a	0,51 a	0,82 a	0,81 a
40-60 cm				
Solubilizada	0,13 b	0,28 b	0,21 b	0,14 b
Incorporada	0,97 a	0,84 a	0,80 a	0,75 a
60-80 cm				
Solubilizada	0,03 b	0,12 b	0,12 b	0,26 b
Incorporada	0,22 a	0,28 a	0,57 a	0,34 a
80-100 cm				
Solubilizada	0,25 a	0,19 b	0,08 b	0,12 b
Incorporada	0,18 b	0,29 a	0,23 a	0,31 a

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna da mesma profundidade não diferem estatisticamente entre si.

As doses incorporadas promoveram o mesmo comportamento nessa camada, porém apresentaram uma tendência maior em alcalinizar o solo já que a dose máxima alcançou um pH de 8,23 (Figura 1). Um aumento linear nos valores de pH foi verificado por Bambolim et al. (2015) após a aplicação de calcário convencional, também em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico.

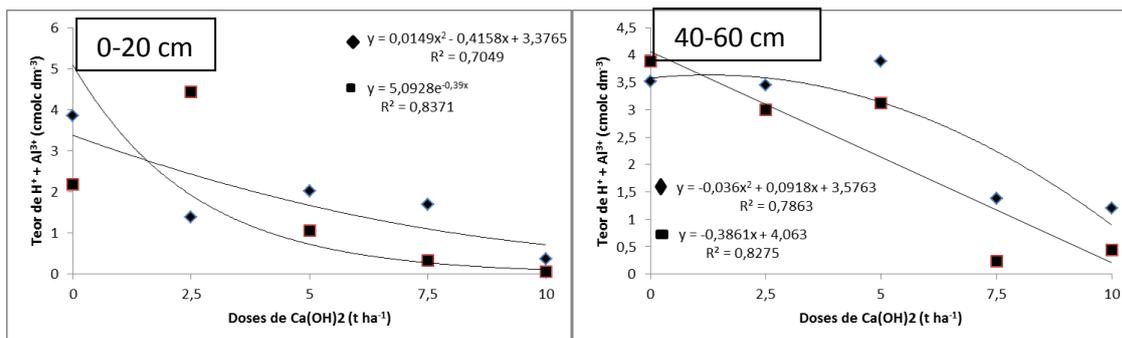
A aplicação das doses incorporadas ainda influenciou o pH nas camadas entre 20 e 60 cm, mostrando que  $\text{Ca(OH)}_2$  apresenta uma descida no perfil do solo superior ao calcário (corretivo mais utilizado), que altera o pH, no máximo, aos 10 cm abaixo da camada de aplicação (FREIRIA et al., 2008). Na camada 20-40 cm, a aplicação de  $2 \text{ t ha}^{-1}$  de  $\text{Ca(OH)}_2$  foi o suficiente para elevar o pH

de 3,9 à 6. A partir daí o mesmo cresceu de forma gradativa, chegando a 7,25 com a dose máxima (Figura 1). Na camada seguinte (40-60), o mesmo comportamento foi observado. O pH aumentou de 4 para 5,1 com apenas 1 t ha<sup>-1</sup> de Ca(OH)<sub>2</sub> e chegou a 6,19 com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** pH do solo, nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm, em função das doses solubilizadas (♦) e incorporadas (■) de hidróxido de cálcio.

Os teores de  $H^+ + Al^{3+}$ , nas duas formas de aplicação do  $Ca(OH)_2$ , sofreram influência das doses nas camadas 0-20 e 40-60 cm (Figura 2). Na camada 0-20, em ambas as formas de aplicação, à medida que se aumentaram as doses reduziu-se o teor de  $H^+ + Al^3$ , porém, na aplicação incorporada, a dose máxima reduziu a concentração para  $0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , enquanto que a mesma dose solubilizada diminuiu para  $0,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Figura 2). Na profundidade de 40 a 60 cm, com o  $Ca(OH)_2$  solubilizado, o teor de  $H^+ + Al^3$  começou a reduzir a partir da dose  $1,28 \text{ t ha}^{-1}$ , chegando a  $0,89 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  com a aplicação de  $10 \text{ t ha}^{-1}$ . Já as doses incorporadas provocaram um decréscimo nos valores de concentração desta variável até atingir os  $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  com a dose máxima (Figura 2).



**Figura 2.** Teores de  $H^+ + Al^{3+}$  do solo, nas profundidades 0-20 e 40-60 cm, em função das doses solubilizadas (◆) e incorporadas(■) de hidróxido de cálcio.

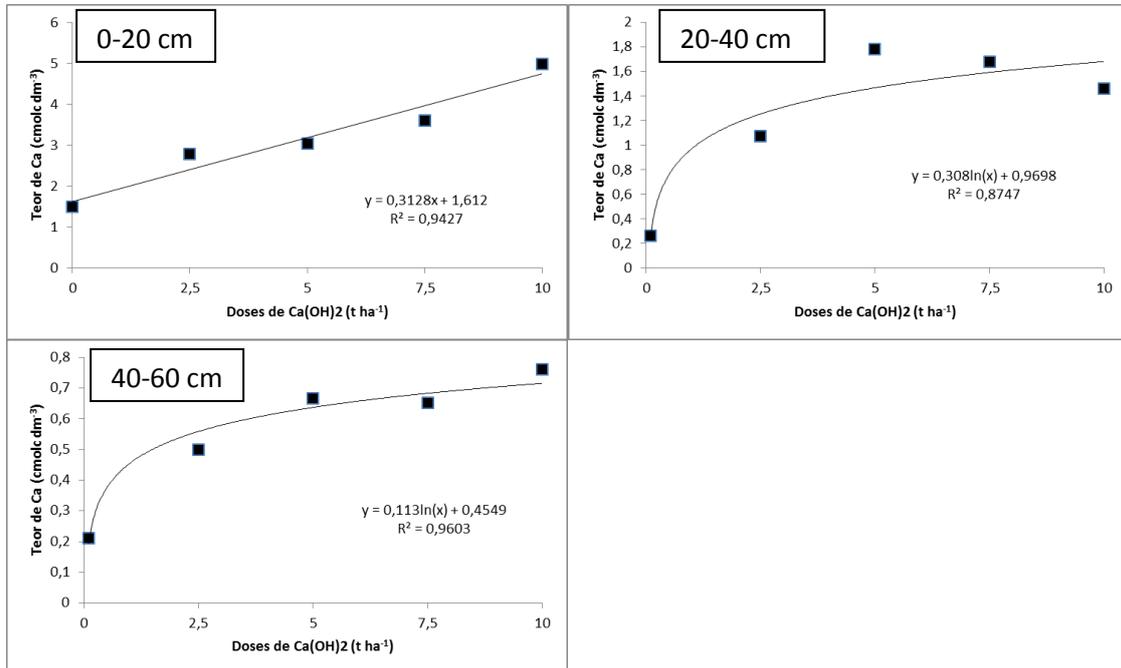
Redução nos teores de  $H^+ + Al^{3+}$  também foi observada por Silva et al. (2014) ao utilizar doses de silicato de cálcio na correção da acidez de um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO. Porém, a neutralização proporcionada pelo silicato foi inferior à obtida com o hidróxido de cálcio, uma vez que houve uma redução de apenas  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  com a dose  $3,2 \text{ t ha}^{-1}$  de silicato de cálcio.

Nas camadas subsuperficiais (20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm), as doses de  $Ca(OH)_2$  não influenciaram os teores de Al, enquanto que na camada superficial não houve presença de Al em qualquer uma das doses nas duas formas de aplicação.

As doses incorporadas de  $Ca(OH)_2$  apresentaram efeito sobre os teores de Ca nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm (Figura 3). As doses solubilizadas, no entanto, não proporcionaram ajuste de modelo de regressão em qualquer uma das camadas.

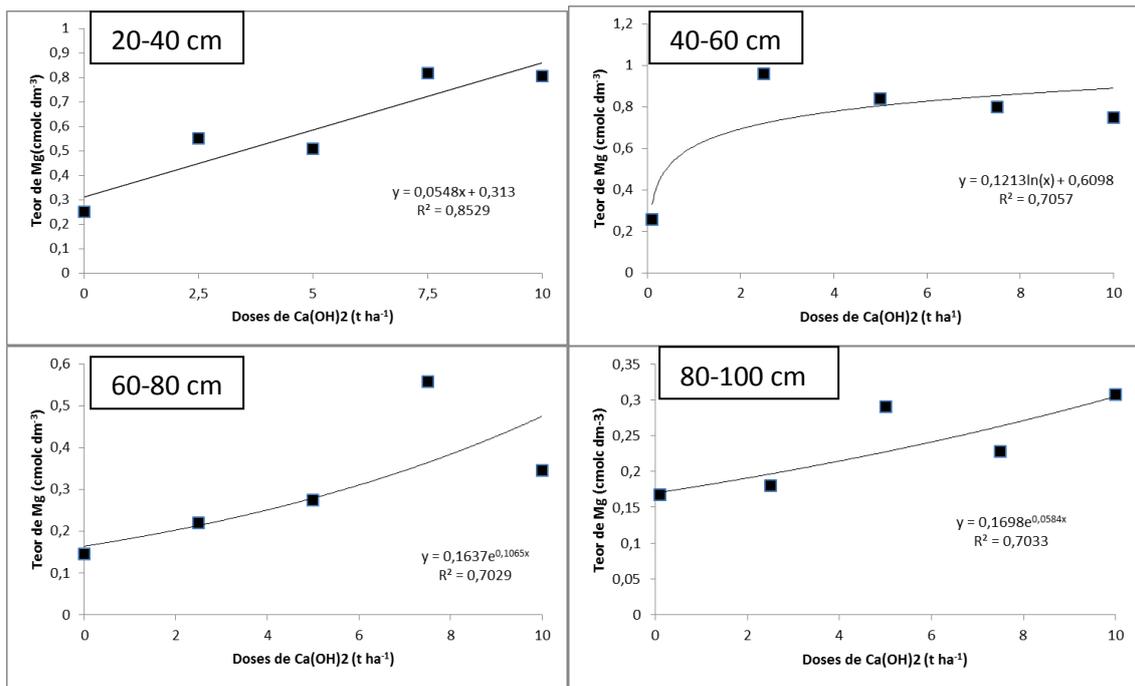
Na camada 0-20 cm, o teor de Ca elevou-se conforme aumentaram-se as doses incorporadas, sendo a dose máxima responsável pelo teor de  $4,74 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Na camada 20-40 cm, a concentração de Ca teve seu maior aumento até a dose  $2 \text{ t ha}^{-1}$ , com um acréscimo de aproximadamente  $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Conforme se aumentaram as doses o teor foi elevando-se de forma gradativa, chegando a  $1,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na dose  $10 \text{ t ha}^{-1}$ . Corrêa et al. (2007) também obtiveram incrementos nos teores de Ca até os 40 cm de profundidade. Nessa ocasião, foi feita a aplicação em superfície de três resíduos industriais, dentre os quais se encontrava o lodo de cal, cuja composição assemelha-se ao hidróxido de cálcio. Na camada seguinte (40-60 cm), o mesmo comportamento foi observado. A dose  $2 \text{ t ha}^{-1}$  proporcionou um aumento de  $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e a partir desta houve um aumento de apenas  $0,2$

$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  com a dose máxima que alcançou um teor de  $0,72 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Figura 3).



**Figura 3.** Teores de cálcio do solo, nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm, em função das doses incorporadas (■) de hidróxido de cálcio.

Em todas as camadas subsuperficiais (20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm) do solo, as doses incorporadas de  $\text{Ca(OH)}_2$  apresentaram efeito sobre o teores de Mg, proporcionando um aumento nestes conforme elevaram-se as doses. A dose máxima alcançou um teor de 0,86, 0,89, 0,47, e  $0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  nas camadas 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, respectivamente (Figura 4). Ao longo de todo perfil do solo não houve influência das doses solubilizadas sobre o teor de Mg.



**Figura 4.** Teores de magnésio do solo, nas profundidades 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm, em função das doses incorporadas (■) de hidróxido de cálcio.

## 5. CONCLUSÕES

A forma de aplicação incorporada do hidróxido de cálcio é mais eficiente na correção da acidez em camadas subsuperficiais do solo.

Até os 60 cm de profundidade, os componentes químicos relacionados à acidez do solo são influenciados positivamente pela aplicação de doses incorporadas de hidróxido de cálcio.

Quanto maior é a dose de hidróxido de cálcio, maior também é o efeito desta sobre os atributos químicos do solo, principalmente, pH e teores de Ca, Mg e  $H^+ + Al^{3+}$ .

## REFERÊNCIAS

- BAMBOLIM, A.; CAIONE, G.; SOUZA, N. F.; SEBEN JUNIOR, G. F.; FERBONINK, G. F. Calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 2, n. 3, p. 34–37, 2015.
- CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*. Viçosa. n. 27. P. 275-286. 2003.
- CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J. M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *R. Bras. Ci. Solo*. Viçosa. n. 28. p. 125-136. 2004.
- COELHO, F. S. Fertilidade do solo. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.
- CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. MARCELINO, R.; MAUAD, M. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.9, p.1307-1317, 2007
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 1997. 212.p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FAGERIA, N. K. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília: EMBRAPA, 1989. 34 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FREIRIA, A. C.; MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 2, p. 285-291, 2008
- INMET. BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 03 de out. 2017.
- KÖEPPEN, W. Climatologia: con um estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. *Acidez do solo e calagem*. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1991. 22 p. (Boletim técnico, 1)
- MALAVOLTA, E. (Coord.) **Seminário sobre Corretivos Agrícolas**. Campinas/SP, Fundação Cargill, 1985, 107 p.
- MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; CANTARELLA, H.; NASCENTE, A. S.; MORO, A. L.; BROETTO, F. Acidez do solo afetando concentração de micronutrientes, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade em plantas de arroz de terras altas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3397-3410, 2013.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O. Corretivos agrícolas. In: *Características dos corretivos agrícolas*. 1. ed. São Carlos: EMBRAPA, 2004. 25 p.
- RAIJ, B. V. Acidez e calagem. In: *Avaliação da fertilidade do solo*. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1983. 75-80 p.

RAIJ, B. V. Correção do solo. In: Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. 1. ed. IPNI, 2011. 358 p.

SILVA, W. B.; BARCELOS, F. P.; SICHOCKI, D.; SILVA, G. M. C. Uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da brachiaria ruziziensis I. *Perspectivas online*, Campos dos Goytacazes, v. 4, n. 10, p. 01-11, 2014.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina: EMBRAPA, 2004. 81-96 p.

VILELA, L. C.; SANTOS, A. C.; BARRETO, P. M.; BRITO, S. S.; SILVA, J. E. C.; OLIVEIRA, L. B. T. Propriedades químicas de Latossolo Vermelho em função da aplicação de gessagem e calagem. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 19-27, 2010.

ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMIDT, M. R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015