

Supercalagem nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho de textura média

Rubens Ribeiro da Silva¹, Jefferson Santana da Silva Carneiro², Guilherme Nunes Lucena³
e João Vidal de Negreiros Neto⁴

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de plantas, Professor da Universidade Federal do Tocantins – Campus Gurupi, UFT, Gurupi-TO, E-mail: rrs2002@uft.edu.br ²Engenheiro Agrônomo; Doutorando em Ciência do Solo - Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras-MG. E-mail: carneirojss@yahoo.com.br ³Químico Ambiental, Doutorando em Química-Físico-Química; Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara – SP. E-mail: guilherme_nunes7@hotmail.com ⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal; Professor da Universidade Federal do Tocantins, Campus Araguaína, Araguaína-TO. E-mail: joao_vidal@uol.com.br

Resumo - A superestimação nas recomendações de corretivos pode promover efeitos negativos na física e química do solo. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da supercalagem nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob influência de drenagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 5 x 2 x 2 com três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de calagem (0, 1, 2, 4 e 8 vezes a dose recomendada de 1,92 t ha⁻¹); dois níveis de drenagem: vaso drenado (D) e não drenado (nD) e as duas profundidades de coletas (0 -10 e 10 - 20 cm). A aplicação de doses crescentes de calagem promove a alcalinização do solo. Lâminas de água até duas vezes a capacidade de campo do solo não promove a drenagem de calcário.

Palavras-chave: níveis de calagem, acidez do solo, lâminas de água, Cerrado.

Over-liming in the chemical attributes in a Red Latosol of texture medium

Abstract - Overestimation in corrective recommendations may promote negative effects on soil physics and chemistry. Therefore, the present work had as objective to evaluate the effect of the over-liming on the chemical attributes of a Red Latosol under influence of drainage. The experimental design was completely randomized in a 5 x 2 x 2 factorial scheme with three replicates. The following treatments were evaluated: Five levels of liming (0, 1, 2, 4 and 8 times the recommended dose of 1.92 t ha⁻¹); two drainage levels: drained (D) and undrained (nD) and two collection depths (0-10 and 10-20 cm). The application of increasing doses of liming promotes soil alkalization. Blades of water up to twice the soil field capacity does not promote the drainage of limestone.

Keywords: liming levels, soil acidity, water blades, Savana.

Introdução

Nos últimos anos o Cerrado obteve um grande avanço em termos de produção de grãos. Antes visto como impróprio, o Cerrado atualmente é uma das grandes oportunidades de produção em larga escala (Silva et al., 2014). Os Latossolos representam 46% dos solos no Cerrado. Estes solos são naturalmente ácidos, pela constituição do material de origem, pelo elevado processo de intemperismo, e normalmente, apresentam baixos teores de cátions básicos. São solos que apresentam boas condições para a mecanização, sendo seu potencial de produção, condicionado pelo uso de corretivos e fertilizantes (Brevilieri, 2012; Araújo et al., 2015).

A maioria dos solos brasileiros da região do Bioma Cerrado apresenta características como elevada acidez, toxidez por Al³⁺ ou Mn²⁺ e ainda apresentam baixa saturação de bases como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ e ainda baixa disponibilidade de P, as quais são consideradas indesejáveis quando se trata do desenvolvimento da maioria das culturas (Alleoni et al., 2005; Araújo et al., 2009; Silva et al., 2014; Bonfim-Silva et al., 2014).

Em condições tropicais, é comum a formação de solos ácidos devido ao acentuado processo de intemperismo, que por consequência gera uma acidificação progressiva, pela constante lixiviação de bases trocáveis e dissociação dos ácidos presentes, como o H₂CO₃. Assim, reações no solo são critérios importantes de caracterização desses ambientes, uma vez que o grau de intemperismo, saturação por Al³⁺, e presença de cargas positivas constituem-se como indicadores ambientais de qualidade.

A reação do solo permite a sua divisão em três grupos: ácidos, neutros e alcalinos. A acidez do solo conhecida como acidez ativa, é composta pelos íons H⁺ e H₃O⁺ em solução. A acidez ativa é tamponada pela acidez potencial. Nesse caso, os íons H⁺ e Al³⁺ adsorvidos no complexo de troca estão em equilíbrio com a solução do solo. Muitos estudos têm demonstrado que o H⁺ e o Al³⁺ são os dois principais componentes de acidez dos solos, sendo que a hidrólise do Al³⁺ libera íons H⁺, aumentando assim a acidez dos solos pelo processo de liberação desses prótons (Ebeling, 2006; Wang et al., 2013; Castro & Crusciol, 2013).

Para que se possa fazer o uso intensivo desses solos, há necessidade de se construir a fertilidade por meio da adição de corretivos da acidez do solo e fertilizantes. A dissolução do calcário, em solos ácidos, promove a liberação dos ânions (OH^- e HCO_3^-), os quais reagem com os cátions de reações ácidas da solução do solo, havendo posteriormente a formação e migração de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ para as camadas mais profundas do solo, ocasionando a neutralização da acidez (Costa, 2011).

Os materiais que podem ser usados na correção da acidez dos solos são aqueles que contêm componentes neutralizantes. Os materiais mais empregados como corretivo de acidez são basicamente os óxidos, hidróxidos, silicatos e carbonatos (Ramos et al., 2006). Um dos cuidados mais importantes que se deve tomar quando se deseja realizar a calagem está relacionado à aplicação de uma dose além daquela considerada necessária.

A calagem não deve ser feita sem a análise prévia do solo, pois pode conduzir a desequilíbrios entre os cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+), bem como reduzir a solubilidade de outros nutrientes, especialmente micronutrientes com sérios danos à produção agrícola (Chaves, 2002). Doses maiores de calcário provocam o deslocamento da reação de equilíbrio de solubilização do corretivo, bem como a formação de novos minerais no solo, na forma de hidróxidos que são pouco solúveis (Tescaro, 1998). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da supercalagem nos atributos químicos de um Latossolo Vermelho textura média sob influência de drenagem.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG. O estudo foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Para o desenvolvimento do trabalho, foram coletadas amostras de solo (Latosolo Vermelho de textura média), na cidade de Três Marias-MG, conforme a metodologia de Santos et al. (2005).

O experimento foi implantado em um delineamento inteiramente casualizado, com um esquema fatorial $5 \times 2 \times 2$, sendo um total de 20 tratamentos, com três repetições. O primeiro fator foi constituído por cinco níveis de calagem: 0, 1, 2, 4 e 8 vezes a dose recomendada de $1,92 \text{ t ha}^{-1}$; o segundo por dois níveis de drenagem: vaso drenado (D) e não drenado (nD) e o terceiro fator por duas profundidades de coleta do solo: 0-10 e 10-20 cm. As amostras de solo foram colocadas em vasos de 2 dm^3 definido como sendo a unidade experimental para o estudo no qual foi adicionado as doses de calcário. O vaso ficou com solo suficiente para a formação de uma camada de 20 cm de profundidade até o fundo do vaso (Figura 1).

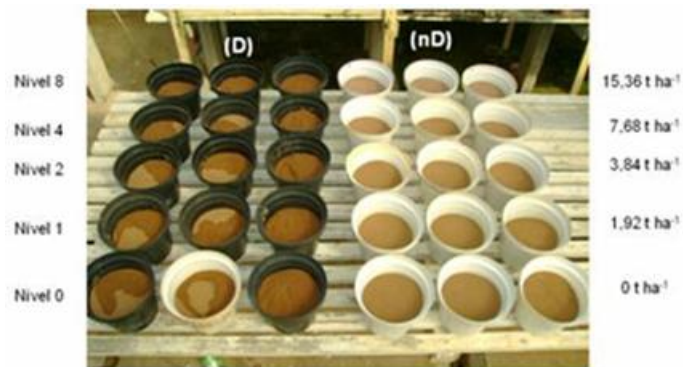


Figura 1. Unidades experimentais constituídas por vasos drenados (D) e vasos não drenados (nD)

A aplicação de calcário ao solo de cada vaso foi realizada de forma individual na dose equivalente a cada nível de correção, misturando o solo com o calcário aplicado de forma a promover a homogeneização total. A recomendação de calagem foi realizada pelo método da neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} segundo Alvarez V. & Ribeiro (1999). As doses de calcário equivalente a cada nível de calagem utilizado foram: 0, 1,92, 3,84, 7,68 e $15,36 \text{ t ha}^{-1}$ para os níveis 0, 1, 2, 4 e 8 vezes a calagem recomendada respectivamente.

A umidade foi controlada durante os 60 dias de condução do experimento, variando entorno de $0,07 \text{ kg kg}^{-1}$, para simular o efeito da drenagem e não drenagem sobre a correção do solo com diferentes doses de calcário. Para manter a umidade do solo a água foi reposta para atingir a capacidade de campo.

Para a avaliação do efeito das doses crescentes do calcário e da drenagem sobre a correção do solo foram coletados solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm de cada vaso utilizando um minitrado, retirando aproximadamente 50 cm^3 de solo. Para determinação do efeito dos fatores avaliados foram determinados o pH, H+Al, Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} dos solos extraídos de cada unidade experimental nas diferentes profundidades.

O pH em água foi obtido por potenciometria na proporção solo:água (1:2,5), com repouso de 30 minutos entre tempo de adição de água e de leitura. Os atributos Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} obtidos por meio de extração com $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ e o H+Al pelo método $\text{Ca}(\text{OAc})_2 0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0 conforme a metodologia descrita pela Embrapa (1997). Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram determinados por espectroscopia de absorção atômica; Al^{3+} e H+Al foram obtidos por titulação com $\text{NaOH } 0,025 \text{ mol L}^{-1}$.

Os dados obtidos foram expressos na forma de gráficos, sendo a interpretação ainda restrita apenas graficamente, uma vez que não foi verificada uma boa representatividade por meio de curvas de regressão.

Resultados e Discussão

O Latossolo vermelho utilizado no estudo apresentou baixa fertilidade com seus atributos químicos abaixo do nível para o desenvolvimento das culturas agrícola. Os atributos químicos Ca^{2+} e Mg^{2+} foram 0,13 e 0,05 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ respectivamente, sendo estes considerados como muito baixos. Para estes atributos a faixa recomendada para um solo de boa fertilidade é de 2,41 e 0,91 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ respectivamente para o Ca^{2+} e Mg^{2+} (Alvarez V. & Ribeiro, 1999). O teor de alumínio (Al^{3+}) e o H+Al foram de 0 e 2,4 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, sendo classificados com muito baixos e baixo respectivamente. Para esses dois atributos o solo não apresenta restrição ao desenvolvimento das plantas (Tabela 1).

Para os nutrientes fósforo (P) e potássio (K) o nível de fertilidade do solo foi considerado como muito baixo, 0,4 e 8 mg dm^{-3} , sendo o nível 20,1 mg dm^{-3} e 70 mg dm^{-3} , respectivamente (Alvarez & Ribeiro, 1999). A soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e saturação por bases (V%) foram classificadas como muito baixo e a capacidade de troca catiônica total (T) como baixo.

Tabela 1. Caracterização química e física do Latossolo Vermelho textura média

Atributos	Unidades	Valores
pH H_2O	-	5,37
pH KCl	-	4,39
P	mg dm^{-3}	0,40
K^+	mg dm^{-3}	8,00
Ca^{2+}	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	0,13
Al^{3+}	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	0,00
Mg^{2+}	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	0,05
H+Al	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	2,40
SB	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	0,15
t	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	0,20
T	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	2,55
V	%	5,90
m	%	0,00
MO	dag kg^{-1}	1,05
P-rem	mg L^{-1}	31,1
ΔpH	-	0,98
Equivalente Umidade	kg kg^{-1}	0,07
Textura		
Areia grossa	dag kg^{-1}	16
Areia fina	dag kg^{-1}	63
Silte	dag kg^{-1}	5
Argila	dag kg^{-1}	16
Classe textural	Franco arenosa	

P: fósforo; K^+ : potássio; Ca^{2+} : cálcio; Mg^{2+} : magnésio; Al^{3+} : alumínio trocável; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$: acidez potencial; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica total; t: capacidade de troca catiônica efetiva; V%: saturação por bases; m%: saturação por alumínio; MO: matéria orgânica; P-rem: fósforo remanescente

A baixa capacidade de troca catiônica é decorrente da baixa quantidade de matéria orgânica no solo (1%) e do baixo teor de argila (16%). Em decorrência dessas características acima citadas o solo apresenta um tamponamento reduzido, o que facilita a elevação o pH do solo com a aplicação do calcário, além de apresentar alto teor de areia com um valor de equivalente de umidade de apenas 0,071 kg kg^{-1} .

Deve-se considerar que algumas características intrínsecas aos solos, principalmente, aquelas relacionadas com o tamponamento, afetam a profundidade de atuação das reações de correção do solo provocadas pela calagem (Ernani et al., 2001; Silva, 2016). O poder tampão do solo está ligado à sua capacidade de resistir a aplicações de ácidos, ou bases, sem ocorrer grandes alterações no pH. Esta capacidade encontra-se associada aos constituintes do solo. Assim, solos argilosos ou com elevados teores de matéria orgânica, geralmente apresentam maior poder tampão, pois os pontos de troca dos coloides orgânicos e minerais funcionam como receptores e fornecedores de H^+ , mantendo o pH sem grandes alterações (Kaminski, 1974; Luchese et al., 2001; Silva, 2016).

Na avaliação do efeito de níveis crescentes de calagem na camada de 0 a 10 cm do solo, não foi verificada diferença entre os tratamentos em função da drenagem do solo. Foi verificada praticamente a neutralização da acidez a partir do nível 1 de calagem, que correspondeu a dose recomendada de 1,92 t ha^{-1} (Figura 2).

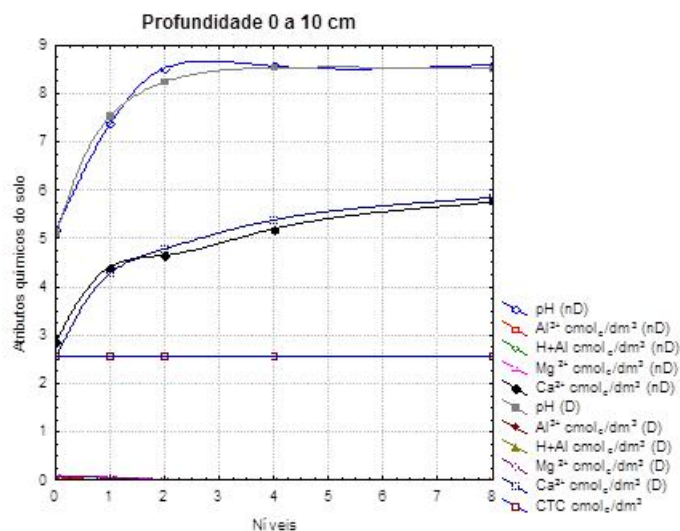


Figura 2. Atributos químicos do Latossolo vermelho em função das doses crescentes de calcário e da drenagem na camada de 0-10 cm

Os teores de Ca^{2+} disponíveis nos dois sistemas (drenado e não drenado) ultrapassaram o valor da CTC do solo, mesmo com a aplicação do primeiro nível de calagem, sendo o pH elevado para a faixa de alcalinidade. Isso demonstra que ocorreu a reação de dissolução do CaCO_3 no solo. Segundo Raji (2011) a calagem reduz o teor o Al^{3+} do solo e, conseqüentemente, agem

aumentando as bases, principalmente o teor de Ca^{2+} . O Al^{3+} está complexado a fração mineral ou orgânica do solo como complexos de esfera interna. Quando é feita a calagem, ocorre a substituição do Al^{3+} por íons básicos (Ca^{2+} , por exemplo). A substituição de íons na esfera interna tende a ocorrer sempre que existir um aumento na constante de estabilidade do complexo. Os complexos em questão têm uma maior K_{ps} quando possuem os íons Ca^{2+} do que quando apresentam íons Al^{3+} .

Os teores de Ca^{2+} e pH apresentaram aumento lineares até a dose de $1,92 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 2). Em doses maiores ambos os sistemas buscaram a estabilização dos valores de pH entorno de 8,3. Nessa condição de pH a reação de dissolução do CaCO_3 pode ser invertida e ocorrer a precipitação na forma de calcita (Lindsay, 1979). Kaminski et al. (2005) cita que em doses maiores de calcário, ocorre o deslocamento da reação de equilíbrio de solubilização do corretivo, bem como a formação de novos minerais no solo em forma de hidróxido que são pouco solúveis.

Solo de textura arenosa a média sofre maior efeito da calagem aplicada em superfície na correção da acidez em profundidade, quando comparado com um solo de textura argilosa (Silva, 2016), o que corrobora com o resultado obtido pelo efeito da calagem no Latossolo vermelho de textura média utilizado no trabalho, onde o pH tornou-se alcalino já na menor dose de calcário aplicado. Raij (2011) afirma que os atributos do solo podem responder positivamente a supercalagem, ocorrendo a redução do Al^{3+} , elevação do pH e das bases utilizando-se até duas vezes a quantidade de calcário recomendada.

Na camada de 10 a 20 cm do solo o efeito das doses crescente de calcário nos teores de Ca^{2+} e no pH foi estendido até a dose de $3,84 \text{ t ha}^{-1}$ de calagem, que foi equivalente a duas vezes a dose recomendada. Sendo o pH também estabilizado em valores entorno de 8,3 em ambos os sistemas drenados e não drenado. Entretanto, nos teores de Ca^{2+} do sistema não drenado foi verificada redução drástica a partir da aplicação de $3,84 \text{ t ha}^{-1}$ de calagem, quando o teor de Ca^{2+} atingiu mais de $5,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Figura 3).

Nessa camada uma provável explicação para esse comportamento é dada em função de um provável aumento na pressão parcial de CO_2 que condicionou a precipitação de cálcio na forma de calcita, uma vez que diferentemente do sistema drenado não ocorreu a entrada de ar para a troca gasosa da camada inferior dos vasos. Silva et al. (2003) também verificou essa redução drástica do teor de Ca^{2+} nas camadas superficiais de solos não drenados. Tal fato ocorre devido a estes solos possuírem pouco oxigênio, influenciando diretamente na atividade dos micro-organismos redutores de Fe^{3+} , elemento este que causa alteração nos teores do Ca^{2+} além de nutrientes como Mg^{2+} e o K^+ , sendo estes deslocados do sítio de troca pelo Fe^{2+} e Mn^{2+} mesmo

estando indiretamente ligados a oxirredução (Silva et al., 2003).

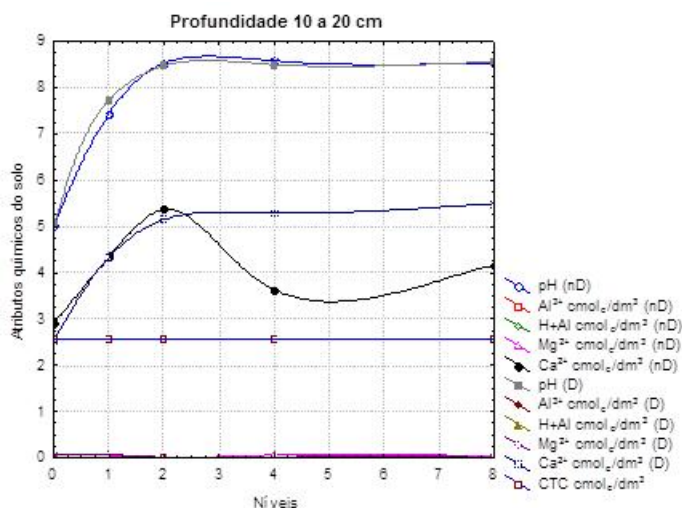


Figura 3. Atributos químicos do Latossolo vermelho em função das doses crescentes de calcário e da drenagem na camada de 10-20 cm

Em ambos os sistemas drenados e não drenados na camada de 10 a 20 cm foram observados maiores teores de Ca^{2+} em relação à camada de 0 a 10 cm do solo. As maiores perdas de água na camada superficial do solo provavelmente expliquem esse comportamento, resultando numa elevação da relação solo:água. A intensificação nos valores de evapotranspiração e condutividade hidráulica poderão reduzir rapidamente as reações de dissolução após uma chuva e alterar a remoção de carbonato dissociado da camada explorada pelo sistema radicular.

Essa movimentação de Ca^{2+} e Mg^{2+} em profundidade pode ser explicada pela complexação desses cátions à ligantes orgânicos (L), formando complexos CaL^0 e MgL^0 ou CaL^- e MgL^- , o que facilita a mobilidade de Ca^{2+} e Mg no perfil do solo (Freiria et al., 2008). Ciotta et al. (2004) também verificaram o aumento de Ca^{2+} e Mg^{2+} em profundidade com a aplicação da calagem, aumentando a disponibilidade desses nutrientes em subsuperfície, além de neutralizar o Al^{3+} do solo. Segundo esses autores a maior concentração desses nutrientes nas camadas subsuperficiais do solo deve-se a formação de compostos orgânicos hidrossolúveis a partir de ácidos orgânicos liberados pelos resíduos do solo, cujo atuam como ligantes químicos que complexam os cátions formam moléculas de carga neutra, o que facilita sua decida no perfil do solo.

A supercalagem é tão prejudicial quanto a acidez do solo, no entanto é mais difícil sua correção, causando precipitação de diversos nutrientes principalmente os micronutrientes e induz maior predisposição a danos nas propriedades físicas do solo (Alvarez & Ribeiro, 1999).

Conclusões

1. A aplicação de calcário no Latossolo Vermelho proporcionou aumento dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e elevação do pH, com redução dos teores de Al^{3+} .

2. A aplicação de doses de calcário além do necessário promove a alcalinização do solo caracterizando a supercalagem.

3. O problema da supercalagem não é solucionado com o aumento da lâmina de irrigação. Mesmo com baixo teor de argila, lâminas de água até duas vezes a capacidade de campo do solo não promovem a drenagem ou carreamento do calcário.

Referências

ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A.; CAIRES, E.F. Atributos químicos de um latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.6, p.923-934, 2005.

ALVAREZ, V.; V.H.; RIBEIRO, A.C. **Calagem**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais**. 5ª Aproximação. 1ªed. Viçosa-MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG), 1999. p.43-60.

ARAÚJO, L.G. **Uso do gesso e sua influência na produção de cana-de-açúcar, atributos químicos e estoque de carbono no solo de cerrado**. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Agronomia. Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília-DF, 2015. 101 p.

ARAÚJO, S.R.; DEMATTÊ, J.A.M.; GARBUIO, F.J. Aplicação de calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.6, p.1755-1764, 2009.

BONFIM-SILVA, E.M.; GUIMARÃES, S.L.; FARIAS, L.N.; OLIVEIRA, J.R.; BOSA, C.K.; FONTENELLI, J.V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 30, n.5, p. 1380-1388, 2014.

BREVILIERI, R.C. **Adubação fosfatada na cultura da soja em Latossolo vermelho cultivado há 16 anos sob diferentes sistemas de manejo**. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em produção Vegetal. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Aquidauana – MS, 2012. 52 p.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. **Geoderma**, v. 195-196, p. 234-242, 2013.

CHAVES, J.C.D. **Manejo do Solo: Adubação e Calagem, Antes e Após a Implantação da Lavoura Cafeeira**. IAPAR: Instituto Agrônomo do Paraná. – Londrina-PR, circular nº 120. 2002. 36 p.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J.A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de latossolo bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p.317-326, 2004.

COSTA, C.H.M. **Efeito Residual da Aplicação Superficial de Calcário e Gesso nas Culturas de Soja, Aveia-Preta e Sorgo Granífero**. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Agronomia. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu-SP, 2011, 88p.

EBELING, A.G. **Caracterização Analítica da Acidez em Organossolos**. Dissertação de Mestrado. Pós Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia. Seropédica, RJ. 2006. 88p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. -2ª Ed. rev. atual. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Solos, Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agrícola**, v. 1, n. 4, p. 825-831, 2001.

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**. v. 30, n. 2, p. 285-291, 2008.

KAMINSKI, J. **Fatores da Acidez e necessidade de calcário em solos do Rio Grande do Sul**. Dissertação de mestrado. Pós Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 1974. 96 p.

KAMINSKI, J.; SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.4, p.573-580, 2005.

- LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E. **Fundamentos de química do solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001. 182p.
- RAIJ, B.V. **Melhorando o Ambiente Radicular em Subsuperfície**. IPNI - Brasil - International Plant Nutrition Institute. Informações Agronômicas nº 135, p 8-18, 2011.
- 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**, Viçosa, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 92 p.
- SILVA, L.S.; SOUSA, R.O.; BOHNEN, H. Alterações nos teores de nutrientes em dois solos alagados, com e sem plantas de arroz. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.487-490, 2003.
- SILVA, M.R. **Aplicação superficial de calcário e gesso em sistemas integrados de produção agropecuária**. Tese de Doutorado. Pós Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2016. 88f.
- 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* L. **Perspectivas: Ciências exatas & engenharia**, v.10, n.4, p.01-11, 2014.
- TESCARO, M.D. Eficiência do método da saturação de bases para a correção da acidez de um solo Álico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998. Caxambu, **Anais....** Lavras: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p.103.
- WANG, L.; YANG, X-L.; RACHEL, K.; WANG, Y.; TONG, D-L.; YE, M.; JIANG, X. Combined use of alkaline slag and rapeseed cake to ameliorate soil acidity in an acid tea garden soil. **Pedosphere**, v. 23, n. 2, p. 177-184, 2013.
- LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. New York, John Wiley & Sons, 1979. 449p.
-