

Corretivos aplicados em superfície e incorporados em latossolo vermelho argiloso

Corrective applied on surface and incorporated in clay red latosol

*Pedro Rocha Santos¹; Mateus Gonçalves de Borba¹; Miguel Martins Neto¹;
Paulo Henrique Soares¹; Mauricio Antônio de Oliveira Coelho²;
Carlos Henrique Eiterer de Souza²*

¹ Graduandos em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
E-mail: pedro_rocha_santos@hotmail.com

² Doutores Engenheiros Agrônomos e Professores no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Resumo: A agricultura, em geral, é limitada pela acidez do solo, devido, principalmente, à toxidez por Al e Mn e à baixa saturação de bases. Nos solos brasileiros, o pH é, em geral, abaixo de 5,0, em vista que este tem influência direta na disponibilidade de nutrientes, o manejo da acidez e a elevação do pH são práticas de suma importância. Visando esse benefício, a calagem se torna indispensável como principal prática de correção do solo. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de corretivos em um latossolo vermelho argiloso, com dois modos de aplicação: superficial e com incorporação a 0-20 cm. O experimento foi conduzido em estufa, localizada no Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas-MG. O delineamento foi em DBC, seguindo fatorial 2x4 com três repetições, dois modos de aplicação (superficial e incorporado a 0-20 cm), quatro fontes corretivas. As unidades experimentais foram tubos de PVC 100 mm, com 10 cm de comprimento, simulando os perfis de solo 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. A necessidade de calagem foi calculada pelo método de neutralização de Al e fornecimento de Ca e Mg, considerando área de 0,00785 m². Quando aplicados superficialmente, a camada de 0-10 apresentou maior ação dos corretivos, enquanto, quando aplicados incorporados, ocorreu uma melhor distribuição dessa ação, principalmente nos perfis de 0-10 e 10-20 cm, e em menor intensidade no de 20-30 cm. As fontes silicato Agrosilício e calcário mostraram melhores resultados. A fonte silicato Agrosilício mostrou maior profundidade de ação, possivelmente devido a sua maior solubilidade.

Palavras-chave: Calagem. Silicato. Solubilidade. Acidez do solo.

Abstract: Agriculture, in general, is limited by soil acidity, mainly due to Al and Mn toxicity, and low base saturation. In Brazilian soils, the pH is generally below 5.0, since it has a direct influence on the availability of nutrients, the handling of acidity and elevation of pH are very important practices. Aiming at this benefit, liming becomes indispensable as the main practice of soil correction. Thus, the objective of the present work was to evaluate the efficiency of correctives in a red clay latosol, with two modes of application: superficial and with incorporation at 0-20 cm. The experiment was conducted in a greenhouse, located in Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas-MG. The design was in DBC, following a 2x4 factorial with three replicates, two modes of application (superficial and incorporated to 0-20 cm), four corrective sources. The experimental units were 100 mm PVC tubes, 10 cm long, simulating the soil profiles 0-10, 10-20, 20-30 and 30-40 cm. The need for liming was calculated

by the method of neutralization of Al and supply of Ca and Mg, considering area of 0.00785 m². When applied superficially, the 0-10 cm layer showed a higher action of the correctives, whereas, when applied incorporated, a better distribution of this action occurred, mainly in the 0-10 and 10-20 cm profiles, and in a lower intensity in the 20-30 cm profile. Agrosilicon and limestone sources showed better results. The Agrosilicon silicate source showed a greater depth of action, possibly due to its greater solubility.

Keywords: Liming. Silicate. Solubility. Soil Acidity.

Introdução

A agricultura, em geral, é limitada pela acidez do solo devido, principalmente, à toxidez por Al e Mn e à baixa saturação de bases. Em solos ácidos, o sistema radicular não se desenvolve bem, tendo como principal efeito o não engrossamento e a não produção de ramificações, comprometendo, assim, a absorção de nutrientes e de água do solo pela planta (PAVAN; BINGHAM; PRATT, 1982).

De acordo com Meurer (2007), os solos brasileiros, sendo solos de regiões tropicais e subtropicais, apresentam alto teor de Fe e Al associado a seus minerais de argila, além do pH, em geral, abaixo de 5,0, fato que torna o manejo da acidez e elevação do pH práticas de suma importância. O pH tem influência direta na disponibilidade de nutrientes, sendo sua elevação responsável pelo aumento da disponibilidade e, conseqüentemente, da absorção de Mg, Ca, K, P, N, S, B e Mo (GOODROAD; JELLUM, 1988). Em solos do cerrado que são naturalmente ácidos e pobres em nutrientes, a correção do solo tornou-se atividade frequente com resultados altamente produtivos.

Existem diversos corretivos de solo, o mais comum e utilizado é o calcário, outros alternativos são cal virgem, os calcários calcinados, os carbonatos de cálcio, calcário zincal, calcário de xisto e os silicatos de cálcio e magnésio. Estes se diferenciam entre si devido ao poder relativo de neutralização total (PRNT), da solubilidade em água, granulometria e teor fornecido de nutrientes, CaO, MgO, SiO e micronutrientes (ALCARDE, 2005).

Os corretivos alternativos mencionados, com enfoque no calcário zincal, no calcário de xisto e nos silicatos, se tornam cada dia mais interessantes pelo fornecimento de micronutrientes essenciais e benéficos como Si e Se, maior solubilidade e também por possuírem benefícios ao meio ambiente, como o fato de os silicatos não liberarem dióxido de carbono em sua reação com a solução do solo, pois estes são subprodutos de outros ramos industriais, sendo, respectivamente, da extração de zinco, da produção de petróleo e da fabricação de aço em siderúrgicas. Por terem essa procedência, sua utilização se mostra sustentável em vista que estes resíduos, se não reaproveitados, se tornariam lixo (ANDERSON, 1991; FERREIRA *et al.*, 2010; KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2004; SILVEIRA *et al.*, 2010).

Com o aumento da utilização do sistema plantio direto, surgiu o gargalo da correção do solo em profundidade, já que nesse sistema não é utilizado o revolvimento do solo, impossibilitando a incorporação de calcários. Segundo Pöttker e Ben (1998), o calcário, quando aplicado em superfície, possui atuação principalmente na camada de

0-5 cm e, de forma menos intensa, na camada de 5-10 cm. Isso ocorre devido a sua baixa solubilidade em água, fontes como o silicato podem possuir maior atividade em subsuperfície devido à maior solubilidade. O alcance da correção nas camadas subsuperficiais nesse processo é mais lento, dependendo da adubação utilizada, das características do solo, das condições climáticas, das culturas utilizadas na área, da dose e do tempo (TANG *et al.*, 2003).

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência de diferentes corretivos em um latossolo vermelho argiloso, com dois modos de aplicação: superficial e com incorporação a 0-20 cm.

Material e Métodos

Montagem do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Campus I do Centro Universitário de Patos de Minas, situada na região do Alto Paranaíba, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 18°34' Sul, Longitude 46°31'6" Oeste e altitude de 842 m. O clima da região foi caracterizado como tropical, com estação seca, de acordo com Köppen e Geiger (1928).

O solo utilizado no experimento foi coletado em profundidade de 0-20 cm na Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz, localizada no Campus II do Centro Universitário de Patos de Minas (Latitude 18°60' sul e Longitude 46°48' oeste, aproximadamente 889 m metros de altitude), no município de Patos de Minas, MG. A área possui Latossolo Vermelho, textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Posteriormente, foi realizada a análise química seguindo metodologia descrita pela Embrapa (2009), no Laboratório de Análise do Solo, no Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, com os seguintes resultados (Tabela 1):

Tabela 1. Resultados das análises química do solo. Patos de Minas, MG, 2017.

Profundidade	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
cm	-	----- cmol.c.dm ⁻³ -----		
0-20	4,55	2,2	1,9	0,6

Extratores: pH em água, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl 1 mol L⁻¹

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), sendo quatro tratamentos, com três repetições e dois modos de aplicação, sendo incorporado de 0-20 e aplicação superficial, de acordo com a Tabela 2, totalizando 24 unidades experimentais.

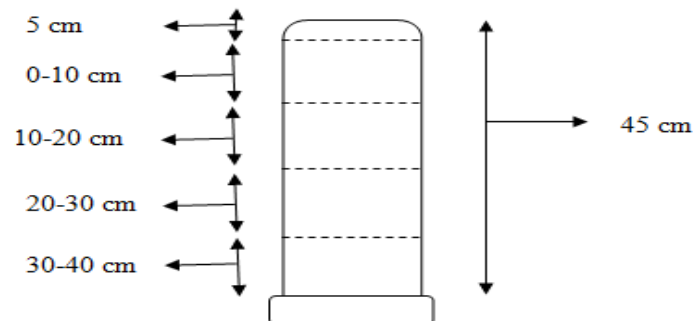
Tabela 2. Tratamentos que foram utilizados referentes ao ensaio intitulado *Corretivos aplicados em superfície e incorporados em latossolo vermelho argiloso*. Patos de Minas, UNIPAM, MG, 2017.

Tratamento	Fonte	Teor de CaO (%)	Teor de MgO (%)	Teor de SiO ₂ (%)	PRNT (%)
F1	W	36,4	9,44	30,43	
F2	AA	30	10,14	31,43	
F3	AO	33,12	11,16	33,43	
F4	C	34,9	9,9		90

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

Foram utilizados tubos de PVC 100 mm de 45 cm de comprimento com tampões no fundo, simulando o perfil do solo com quatro profundidades (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm), assim como o ilustrado na Figura 1. Os tubos foram cheios até a altura de 40 cm, os outros 5 cm foram mantidos vazios de forma a fornecer espaço para a aplicação do corretivo, no modo superficial, e irrigação (Figura 2). Os tubos do modo de aplicação com incorporação dos corretivos foram cheios, primeiramente, somente até a altura de 20 cm, o restante do solo referente aos outros 20 cm foi colocado em um balde em que este foi misturado ao respectivo corretivo.

Figura 1. Desenho esquemático da montagem das câmaras de coleta. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2017.



Fonte: Elaboração própria

Figura 2. Distribuição de canos e corretivos. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2017.



Fonte: Arquivo pessoal

A área superficial do tubo considerada foi de 0,00785 m², valor calculado por meio da fórmula de área do círculo ($A=\pi*r^2$). A dose aplicada por unidade experimental foi em função da área encontrada acima e da caracterização química, seguindo o método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis, proposto pela CFSEMG (1999), de acordo com a fórmula a seguir:

$$NC = Y[Al-(mt/100)]+[X-(Ca+Mg)]$$

sendo:

NC – necessidade de calagem/silicatagem (em t ha⁻¹)

Y – dependente da textura do solo;

Al – acidez trocável, cmol_c.dm⁻³;

mt – máxima saturação por Al³⁺ tolerada pela cultura, %, neste caso será considerada 5%;

t – CTCt efetiva, cmol_c.dm⁻³;

X – Exigência da cultura em Ca e Mg, neste caso será considerada 3,0.

$$QC = 1,8 \times (SC/100) \times (P/20) \times (100/90)$$

Sendo:

NC - Necessidade de calagem/silicatagem (em t ha⁻¹);

SC – Porcentagem da aérea em que será aplicado o corretivo;

P – Profundidade em que será incorporada o corretivo;

PRNT – poder relativo de neutralização total, em %.

QC= 2 t .ha⁻¹.

As unidades experimentais foram mantidas em incubação durante dois meses, esperando a reação dos corretivos do solo, estas ainda foram mantidas na capacidade de campo através da irrigação duas vezes por semana, a lâmina de irrigação calculada por meio do método de Papadakis (1941), sendo o valor encontrado de 30 mm.

Avaliações

Após o término do período de incubação, as amostras foram coletadas com o auxílio de um podão (Figura 3) nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm e levadas ao Centro de Análise de Fertilidade do Solo, no Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas, MG, onde foram secas em estufa, para posterior caracterização química, sendo analisados pH em água com pHmetro, Al, Ca e Mg com extração por KCl 1 mol.L⁻¹; seguindo metodologia proposta pela Embrapa (2009).

Figura 3. Coleta de perfis com auxílio de podão. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2018



Fonte: Arquivo pessoal

Os parâmetros avaliados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

Foi observada uma interação significativa para fonte, modo e fonte*modo, no teste de Tukey a 5%, nos perfis de 0-10, 10-20 e 20-30 cm (Tabelas 3, 4, 5, e 6). No perfil de 30-40 cm, não foi encontrada diferença significativa, como mostra a Tabela 6.

No perfil de 0-10 cm (Tabela 3), observou-se, em geral, uma maior média de neutralização de Al, fornecimento de Ca e Mg e elevação de pH, quando as fontes corretivas foram aplicadas superficialmente, tendo em vista que, quando incorporado, o volume de solo em contato com o corretivo é maior, levando a uma melhor distribuição nos perfis de 0-10 e 10-20 cm. CQFS RS/SC (2004) observou que, quando o calcário é aplicado superficialmente, ocorre um aumento maior na camada superior do solo, devido a sua baixa solubilidade em água.

Tabela 3. Teores de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ em cmol_c.dm⁻³ e pH em H₂O no perfil de solo de 0-10 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al ³⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		pH	
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,40bA	0,24aB	3,60bA	2,60bB	2,67bA	2,63aA	5,26bA	4,81bB
AA	0,47aA	0,41bB	3,80abA	2,83bB	2,38bA	2,30aA	5,04cA	4,80bB
AO	0,14cA	0,12cA	3,60bA	3,60aA	2,47bA	2,93aA	5,78aA	5,20aB
C	0,05dA	0,07cA	4,17aA	3,67aB	4,08aA	2,58aB	5,76aA	5,16aB

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrossilício® (AA); Calcário convencional (C).

Quando comparadas as fontes na profundidade de 0-10 cm, a fonte C obteve melhores resultados na neutralização do Al, seguido da AO, no parâmetro fornecimento de Ca e Mg, novamente a C obteve melhor média, seguida das AO, AA e W. Caires *et al.* (2003), em trabalho com a aplicação superficial de calcário, alcançaram maior eficiência na correção de Al, pH e fornecimento de Ca e Mg, nas profundidades de 5-10cm e 10-20cm, após 23 meses. No quesito pH, os melhores foram as fontes C e AO, fato que pode ser explicado devido à maior reatividade das duas fontes, o que, segundo Prado, Fernandes e Natale (2001), pode ocorrer devido à maior granulometria dos silicatos, fato que não ocorreu na fonte AO, por ser um produto comercial e tratado, mas foi observado nas fontes W e AA. A maior granulometria leva a uma menor superfície específica que diminui a velocidade de reação e aumenta o poder residual do corretivo. Moreira, Deus e Büll (2015), utilizando diferentes tipos de silicatos e calcário aplicados superficialmente, puderam observar que, na profundidade de 0-5 cm, a fonte C teve resultado similar à fonte AO, porém teve resultado melhor que as fontes W e outros silicatos utilizados.

No perfil de 10-20 cm (Tabela 4), nota-se que, em média, quando incorporado, as fontes corretivas atuam melhor nessa profundidade. As fontes C e AO mostraram-se superiores na neutralização de Al. Quando aplicado superficialmente, a fonte AO obteve melhores resultados que as demais fontes na neutralização de alumínio. Isso pode ser explicado devido à maior solubilidade do silicato que o carbonato, em água (ALCARDE, 2005). Fato que pode ser observado também na profundidade de 20-30 cm (Tabela 5), quando o silicato incorporado se mostrou mais efetivo na neutralização de Al nessa profundidade, de forma geral, o pH, nessa profundidade, foi elevado em maior quantidade também no modo de aplicação incorporado, mostrando uma melhor distribuição da elevação do pH no perfil do solo. Corrêa *et al.* (2009), em trabalho com aplicação superficial de silicato e calcário, obtiveram eficiência de correção do solo até a profundidade de 40cm, utilizando silicatos, enquanto somente até 20cm, quando com calcário.

Tabela 4. Teores de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ em cmol_c.dm⁻³ e pH em H₂O no perfil de solo de 10-20 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al ³⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		pH	
	-----cmol _c .dm ⁻³ -----							
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,51abA	0,45aA	1,97bA	2,77aA	2,75aA	2,25aA	5,35aA	4,97bB
AA	0,54aA	0,53aA	3,13aA	2,90aA	1,88aA	2,18aA	4,68bB	4,97bA
AO	0,28cA	0,14bB	2,50abB	3,53aA	2,55aA	2,63aA	4,77bB	5,22aA
C	0,42bA	0,13bB	2,77abA	3,40aA	2,23aA	2,82aA	4,69bB	5,10abA

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

Tabela 5. Teores de Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} em $cmol.c.dm^{-3}$ e pH em H_2O no perfil de solo de 20-30 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al^{3+}		Ca^{2+}		Mg^{2+}		pH	
	----- $cmol.c.dm^{-3}$ -----							
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,53aA	0,50aA	2,33bA	2,53aA	2,40aA	2,10abA	4,58bB	4,86bA
AA	0,42aA	0,46abA	2,50abA	2,63aA	2,17aA	1,68bA	4,58bA	4,62cA
AO	0,51aA	0,28cB	2,50abA	2,70aA	2,18aA	2,82aA	4,67abB	5,17aA
C	0,43aA	0,37bcA	2,87aA	2,87aA	1,83aA	1,55bA	4,76aB	5,01abA

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

Tabela 6. Teores de Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} em $cmol.c.dm^{-3}$ e pH em H_2O no perfil de solo de 30-40 cm, com aplicação superficial (SUP) e incorporado de 0-20 (INC). Patos de Minas, MG, 2018.

Fonte	Al^{3+}		Ca^{2+}		Mg^{2+}		pH	
	----- $cmol.c.dm^{-3}$ -----							
	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC	SUP	INC
W	0,46aA	0,46aA	2,43aA	2,20aA	2,05aA	2,12aA	4,58aA	4,62cA
AA	0,53aA	0,49aA	1,67aA	2,43aA	2,68aA	1,90aA	4,59aA	4,57cA
AO	0,44aA	0,44aA	2,43aA	2,63aA	2,32aA	1,98aA	4,64aB	5,61aA
C	0,47aA	0,51aA	2,43aA	2,50aA	1,98aA	1,73aA	4,67aB	5,04bA

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 0,05 de significância; Valores seguidos por letras iguais minúsculas na coluna (comparação dentro do modo) e maiúscula na linha (comparação entre fontes dentro de cada fonte).

Wollostonita (W); Agrossica® (AA); Agrosilício® (AA); Calcário convencional (C).

No perfil de 30-40 cm, os parâmetros avaliados, em geral, não apresentaram diferença estatística, exceto no quesito pH, em que a fonte AO novamente se mostrou mais efetiva na elevação do pH, seguido do calcário, fato que pode ser explicado devido à solubilidade dos silicatos ser 6,78 vezes maior que a dos carbonatos de cálcio (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2002).

Quando comparados os dados após o experimento com os analisados antes da montagem, é possível observar que, de forma geral, em todos os perfis ocorreu ação dos corretivos, sendo em maior intensidade sucessivamente nos de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm. Esses resultados corroboram com os encontrados por Caires *et al.* (2003), que identificaram um gradiente de concentração de Ca e Mg trocáveis e elevação do pH a partir da superfície do solo até as camadas superficiais, sendo mais acentuado quando o corretivo é aplicado sem incorporação ao solo.

Conclusões

- i. As fontes Calcário convencional e Agrosilício obtiveram resultados similares;
- ii. as fontes Wollostonita e Agrossica não apresentaram resultados insatisfatórios na correção do solo;
- iii. a incorporação dos corretivos apresentou uma melhor distribuição dos benefícios da calagem e silicatagem nos perfis do solo;
- iv. a fonte Agrosilício mostrou-se uma alternativa interessante em correções subsuperficiais.

Referências

ALCARDE, J.C. *Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas*. São Paulo: ANDA, 2005. 6-19 p.

ANDERSON, D. L. Soil and leaf nutrient interactions following application of calcium silicate slag to sugarcane. *Fertilizer Research*, v.30, n.1, p.9-18, 1991.

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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2003. 275-286p.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa, MG, 1999. 359p.

CORRÊA, J.C.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; MORAES, M.H. Alteração de atributos físicos em latossolo com aplicação superficial de escória de aciaria, lama cal, lodos de esgoto e calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, 2009.

CQFS RS/SC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2004. 400 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. rev. ampl. – Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar. 2003. 255-258p.

FERREIRA, L.H.G.; SILVEIRA, C.A.P.; PILLON, C.N.; SANTOS, L.C. Efeito da combinação de calcário de xisto e calcário dolomítico com diferentes fontes de fósforo sobre a produtividade da cultura da soja. In: E.S. Martins e S.H. Theodoro (eds.), I Congresso Brasileiro de Rochagem. *Anais...* Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, cap. 25, p. 219-224, 2010.

GOODROAD, L.L.; JELLUM, M.D. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. *Plant and Soil*, v.106, p.85-89, 1988.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar, *Stab*, v.21, p. 6-9, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. *Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura*. 3. ed. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. (Boletim Técnico, 1).

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS *et al.* *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90.

MOREIRAI, L. L. Q.; DEUS, A. C. F.; BÜLL, L. T. Escórias de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo em sistema de semeadura direta. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal, RN. *Anais...* Natal, RN: EMPARN, 2015.

PAPADAKIS, J. S. A Rapid method for determining soils moisture. *Soil Science*, v.51, p.279-281, 1941.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of aluminum to coffee in Ultisols and Oxisols amended with CaCO₃ and CaSO₄. *Soil Science Society of America Journal*, v.46, p.1201-1207, 1982.

PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 22. p. 675-684. 1998.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. *Uso de escoria de siderurgia no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar*. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67 p.

SILVEIRA, C.A.P.; FERREIRA, L.H.G.; PILLON, C.N.; GIACOMINI, S.J.; SANTOS, L.C. Efeito da combinação de calcário de xisto e calcário dolomítico sobre a produtividade de grãos de dois sistemas de rotação de culturas. In: MARTINS, E.S.; THEODORO, S.H. (eds.), I Congresso Brasileiro de Rochagem. *Anais...* Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, cap. 24, p. 215-218, 2010.

TANG, C.; RENGEL, Z.; DIATLOFF, E.; GAZEY, C. Responses of wheat and barley to liming on a sandy soil with subsoil acidity. *Field Crops Research*, v.80, p.235-244, 2003.