

# Avaliação da escória de siderurgia e do calcário como corretivos para cultura cafeeira

Bruno Manoel Rezende de Melo<sup>1</sup>

Raul Henrique Sartori<sup>2</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de correção da escória de siderurgia comparativamente ao calcário em função do tempo e profundidade. O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Muzambinho, em lavoura de café arábica da cultivar Catuai, implantada em solo Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), sendo que os corretivos foram aplicados em função da elevação da saturação de bases para 60 (V%). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições, considerando os seguintes tratamentos: testemunha (sem calcário ou escória), com calcário e escória, sendo as subparcelas amostradas nos respectivos tempos e profundidade: 30 dias (0 a 0,1m), 60 dias (0 a 0,1m e 0,1m a 0,2m) e 90 dias (0 a 0,1m e 0,1m a 0,2m). Os resultados obtidos demonstraram que os corretivos não diferiram entre si. Conclui-se, portanto, que a escória de siderurgia apresentou potencial de uso na cafeicultura comparativamente ao calcário na profundidade de 0 a 10 cm, apresentando resultado significativo para o tempo 30 dias após aplicação dos corretivos, entretanto, a exemplo do calcário, a escória não corrigiu o solo na profundidade de 10 a 20 cm.

**Palavras chaves:** *Coffea arabica* L. Acidez. Café arábica. Eficiência de correção.

## 1 Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo que no ano de 2010 foram colhidas 48,1 milhões de sacas de café (CONAB, 2011), destacando-se que as receitas obtidas com a exportação no período de junho de 2009 a junho de 2010 foram de US\$ 4,5 bilhões.

Dada a importância econômica e social da cafeicultura para o cenário nacional e internacional, o café teve sua fronteira agrícola expandida para regiões de solos ácidos e pobres quimicamente, como é o caso de solos do cerrado. Para que essas regiões tornem-se produtivas, faz-se necessário que estes solos sejam corrigidos (SILVEIRA, 1995).

Para a correção da acidez do solo usa-se tradicionalmente o calcário, porém este apresenta baixa mobilidade no perfil e tempo de reação lenta. Atualmente existem no mercado outros produtos que possuem ações corretivas, dentre eles destacamos a escória de siderurgia, produto este que se encontra em abundância nos pátios das empresas de aço e ferro gusa.

A escória de siderurgia é um subproduto da fabricação de aço e ferro gusa e sua produção no Brasil é de aproximadamente 3 milhões de toneladas por ano. Grande parte deste resíduo acumula-se no pátio das siderurgias sem um uso específico, portanto a utilização deste material na agricultura é

1 IFSULDEMINAS, *campus* Inconfidentes, Praça Tiradentes, 416, Centro, Inconfidentes/MG. CEP: 37576-000 e-mail: bruno.melo@ifs.ifsuldeminas.edu.br.

2 IFSULDEMINAS, *campus* Muzambinho, caixa postal 02, 37890-000, Muzambinho/MG, raul.sartori@muz.ifsuldeminas.edu.br

fundamental para darmos destino a um produto que é um passivo ambiental para essas indústrias (PRADO et al., 2002).

Objetivou-se avaliar a eficiência da escória de siderurgia comparativamente ao calcário como corretivo de solo em função do tempo e profundidade.

## 2 Material e métodos

O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Muzambinho, latitude de 21° 21' 03,4"S, longitude de 46° 31' 14,3" W, altitude de 1019 metros e um solo com classificação física argilosa contendo 44,4 % de argila (Tabela 1), segundo análise realizada no laboratório de solos da Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos, sendo este denominado Latossolo Vermelho Amarelo (LVA). A classificação climática segundo Koppen é Aw caracterizada por clima tropical com estação seca no inverno.

**Tabela 1.** Classificação física do solo, ocupado por lavoura cafeeira, utilizado no experimento. Muzambinho, MG.

Argila (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Areia (g/Kg)	
		Grossa -----	Fina
< 0,002 mm	0,053 - 0,002 mm	2,00 - 0,210 mm	0,210 - 0,053 mm
44,4%	20,8%	24%	10,8%

Fonte: Elaboração própria.

O ensaio foi conduzido em lavoura de café arábica da cultivar Catuaí, com espaçamento de 3,8m x 0,8m, sendo implantada no ano de 2002.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições, avaliando os seguintes tratamentos: testemunha (sem calcário ou escória), calcário e escória, sendo as subparcelas amostradas nos respectivos tempos e profundidade: 30 dias (0 a 0,1m), 60 dias (0 a 0,1m e 0,1m a 0,2m) e 90 dias (0 a 0,1m e 0,1m a 0,2m). Cada parcela experimental apresentava 17,6 m<sup>2</sup> e a parcela testemunha possuía área de 8,8 m<sup>2</sup>. A área total do experimento foi de 699,2 m<sup>2</sup> e sua área útil foi de 184 m<sup>2</sup>. Todo experimento contou com área de bordadura entre linhas de plantas e parcelas.

Foi realizada a análise química de solo de cada bloco para determinar a quantidade de corretivos a serem aplicados, sendo esta realizada no dia 15/09/10.

Foram utilizados como corretivos o calcário dolomítico B com PRNT de 80%, a escória de siderurgia com PRNT de 88% (Tabela 2). A aplicação dos corretivos ocorreu no dia 19/10/10. A dose aplicada foi em função da elevação da saturação de bases do solo para 60% (V%), de acordo com Ribeiro, Guimarães e Venegas (1999).

**Tabela 2.** Composição dos corretivos utilizados em campo. Muzambinho, MG.

Corretivos	CaO (Óxido Cálcio)	MgO (Óxido de Magnésio)
Escória [Ca(Mg)SiO <sub>3</sub> ]	34,9%	9,9%
Calcário [Ca(Mg)CO <sub>3</sub> ]	35%	12%

Fonte: Elaboração própria.

A aplicação dos corretivos ocorreu na projeção da saia do cafeeiro, sendo a operação feita manualmente, a uma distância de 1,10 m além do ramo ortotrópico, nos dois lados da planta, sendo a quantidade expressa na Tabela 3.

**Tabela 3.** Quantidade de corretivos aplicados em cada parcela. Muzambinho, MG.

Tratamentos	Calcário	Escória de siderurgia	Testemunha
Blocos	-----gramas/parcela-----		
1	614	558	0
2	680	619	0
3	1206	1096	0
4	1057	960	0

Fonte: Elaboração própria.

Para avaliar os efeitos dos corretivos foram realizadas amostragens de solos nos dias 19/11/2010, 19/12/2010 e 19/01/2011, sendo coletadas sob a projeção da copa do cafeeiro, retirando-se aproximadamente, de cada subparcela, trezentos gramas de terra, coletando-se 5 subamostras em pontos distintos dentro de cada parcela. As análises de solos foram feitas no laboratório de solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Muzambinho, realizadas segundo metodologia proposta por Ribeiro, Guimarães e Venegaz (1999).

Foi realizado o manejo tradicional da lavoura aplicando as seguintes dosagens de fertilizantes, como consta na Tabela 4.

**Tabela 4.** Adubação química aplicada no ensaio.

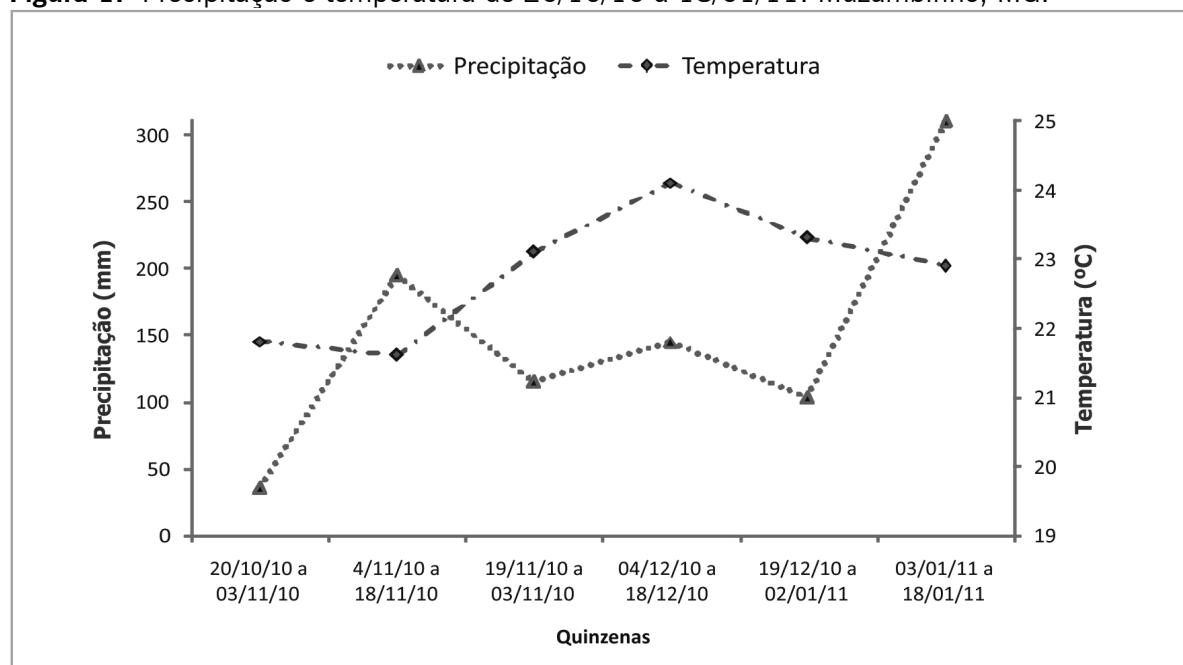
Adubação	Data	Adubo	Quantidade g/metro linear
1º	29/10/2010	Super Simples	187,5
2º	30/11/2010	13-40-13	187,5
3º	27/12/2010	20-5-20	187,5

Fonte: Elaboração própria.

Os dados sobre precipitação e temperatura foram coletados pela estação meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *campus* Muzambinho (Figura 1).

A análise estatística foi realizada por meio do software Sisvar versão 5.3, e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

A interpretação dos resultados consistiu na análise dos corretivos sobre as variáveis: potencial hidrogeniônico (pH), teor de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , soma de base (SB), acidez potencial (H + Al), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica total (T), saturação por bases (V%).

**Figura 1.** Precipitação e temperatura de 20/10/10 a 18/01/11. Muzambinho, MG.

Fonte: Elaboração própria.

### 3 Resultados e discussão

#### Atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 10 cm

O tratamento com calcário demonstrou que houve acréscimo apenas para os atributos  $\text{Ca}^{2+}$ , soma de bases, CTC efetiva, CTC potencial e saturação por bases para o tempo de 30 dias após a sua aplicação (Tabela 5).

**Tabela 5.** Atributos químicos do solo em função do tempo após a aplicação de calcário. Muzambinho, MG.

Tempo	pH	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	SB	t	T	V%	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$
0	5,51a	2,13a	0,59a	3,15a	3,45a	7,25a	43,50a	4,10a
30	5,76a	3,73b	0,77a	4,87b	4,92b	8,12b	66,07b	3,35a
60	5,53a	2,05a	0,53a	2,97a	3,17a	7,12a	50,45 a	3,99a
90	5,51a	2,13a	0,58a	3,05a	3,22a	7,25a	53,45a	3,73a
Média	5,58	2,51	0,62	3,51	3,69	7,43	53,36	3,8
<b>CV (%)</b>	<b>6,34</b>	<b>31,80</b>	<b>34,58</b>	<b>28,97</b>	<b>25,95</b>	<b>12,41</b>	<b>21,70</b>	<b>22,59</b>

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

A escória de siderurgia apresentou efeito significativo para a melhoria das condições de solo apenas para o tempo de 30 dias após sua aplicação, sendo esse resultado verificado para as variáveis: pH,  $\text{Ca}^{2+}$ , soma de bases, CTC efetiva, saturação por bases (Tabela 6).

Como se observa na Tabela 6, para os tempos de 60 e 90 dias, ocorreu decréscimo dos valores de acidez ativa, tendo em vista o processo de acidificação resultante da aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura, impactando de forma negativa para os valores de pH (LOPES; SILVA; GUI-LHERME, 1991).

**Tabela 6.** Atributos químicos do solo em função do tempo após a aplicação da escória de siderurgia. Muzambinho, MG.

Tempo	Variáveis							
	pH	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	SB	t	T	V %	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$
0	5,51a	2,13a	0,59a	3,15a	3,45a	7,25a	43,50a	4,10a
30	6,18b	4,13b	0,84a	5,37b	5,35b	8,12a	66,07b	2,74a
60	5,67a	2,69a	0,63a	3,67a	3,70a	7,12a	50,45a	3,45a
90	5,62a	2,82a	0,68a	3,87a	3,97a	7,25a	53,45a	3,35a
Média	5,74	2,94	0,68	4,01	3,97	7,43	53,36	3,416
CV (%)	6,34	31,80	34,58	28,97	25,95	12,41	21,70	22,59

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

As alterações nas concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  verificadas nas amostragens realizadas 30 dias após a aplicação dos corretivos, Tabelas 5 e 6, impactaram de forma significativa a soma de bases. Resultados semelhantes foram obtidos por Prado et al. (2004), trabalhando com corretivos de diferentes granulometrias.

Prado et al. (2004), em trabalho realizado com calcário e escória em condições de laboratório, observaram que houve o aumento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  para os corretivos com fração granulométrica (peneira ABNT n° < 50), não corroborando o trabalho aqui realizado, que verificou melhoria somente nas condições de  $\text{Ca}^{2+}$ . O tratamento com escória, comparado ao calcário, mostrou-se mais eficiente em aumentar o pH, no intervalo de tempo de 30 dias (Tabelas 5 e 6), resultado que apresenta relação com sua maior solubilidade, sendo essa 6,78 vezes maior. Este resultado vai ao encontro das conclusões apresentadas por Ramos et al. (2006), que afirmaram que a escória foi mais eficiente na correção de acidez do solo.

Para a acidez potencial não foi verificada nenhuma alteração para os tratamentos analisados, entretanto, Prado et al. (2002), trabalhando com alface em casa de vegetação, obtiveram que, independente dos corretivos utilizados, estes melhoraram as condições químicas do solo 70 dias após a incubação dos corretivos com redução do H+Al.

Essa diferença de comportamento dos corretivos utilizados na avaliação dos itens analisados é explicada por Prado et al. (2004), que afirmaram que esse desempenho distinto na melhoria das condições químicas do solo é observado diante das diferenças químicas dos materiais utilizados (silicato e carbonato) e sua granulometria, e que a presença de alguns micronutrientes na composição da escória de siderurgia pode superestimar seu valor de PRNT.

Foi evidenciado decréscimo dos resultados dos atributos químicos para a época de amostragem de 60 e 90 dias após a aplicação dos corretivos (Tabelas 5 e 6). Estes resultados se fazem coerentes diante dos processos de absorção de nutrientes em que as plantas se apresentavam, direcionando-os para os processos de frutificação e crescimento de novos ramos, sendo que este comportamento

contribuiu para redução dos atributos  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , SB, t, T e V%. Estes resultados corroboram os trabalhos realizados por Chaves e Farias (2008). Como já era de se esperar, a testemunha não demonstrou melhoria em nenhum dos tempos e variáveis estudadas (Tabela 7).

**Tabela 7.** Atributos químicos do solo em função do tempo de aplicação para o tratamento sem escória ou calcário (testemunha).

Tempo	Variáveis							
	pH	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	SB	t	T	V %	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$
0	5,51 a	2,13 a	0,59 a	3,15 a	3,45 a	7,25 a	43,50 a	4,10 b
30	5,95 a	3,32 a	0,73 a	4,90 a	4,90 a	7,42 a	55,02 a	2,52 a
60	5,70 a	2,93 a	0,75 a	4,07 a	4,27 a	7,72 a	52,55 a	3,64 b
90	5,76 a	2,73 a	0,61 a	3,67 a	3,72 a	6,72 a	51,52 a	3,07 a
Média	5,73	2,78	0,67	3,95	4,08	7,2812	50,65	3,33
CV (%)	6,34	31,80	34,58	28,97	25,95	12,41	21,70	22,59

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

Pereira (1978) *apud* Ramos et al. (2006) observaram que a escória proporcionou o mesmo poder corretivo que os calcários em dois tipos de Latossolos.

Para o coeficiente de variação foram evidenciados valores considerados altos em algumas variáveis, contudo isso era de se esperar, tendo em vista as alterações no solo em um período considerado de grande dinâmica, haja vista todas modificações por parte do manejo executado e a fase fenológica em que a planta se encontrava.

## Atributos químicos do solo na profundidade de 10 a 20 cm

Não foram observadas diferenças significativas para nenhum dos corretivos analisados em amostragens de solo retiradas das profundidades de 10 a 20 cm, considerando que estes resultados podem refletir o poder tampão que a fração argila exerce sobre as alterações no pH (ERNANI; RIBEIRO; BAYER, 2011).

Para as bases  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , provavelmente não se movimentaram no perfil devido à textura argilosa do solo, a qual apresenta predominância de cargas negativas, o que possibilitou o processo de adsorção (SILVEIRA, 1995).

Corrêa et al. (2008), que realizaram ensaio com a aplicação superficial de diferentes corretivos em condições de campo sob sistema de plantio direto, em solo de textura média, observaram que o corretivo calcário percolou até a profundidade de 10 cm, e a escória chegou a profundidade de 40 cm no perfil do solo. Os autores relataram que esta variação de percolação dos corretivos analisados ocorre em função das características de cada solo estudado.

Prado, Fernandes e Natale (2003), com trabalho realizado em campo, estudando o efeito residual de diferentes corretivos na soqueira de cana de açúcar, observaram que os corretivos desceram em profundidade, tendo como característica principal a contribuição de natureza física, devido à decomposição das raízes que permitiram que os corretivos descessem por esses canalículos, e também influência de natureza química, caracterizando a ação dos ácidos orgânicos que solubilizaram os corretivos e permitiram esta percolação em profundidade.

Os resultados apresentados corroboram os estudos de Alcarde (1992), que afirma que os corretivos estudados são semelhantes quimicamente, em consequência possuem bases fracas, o que interfere no processo de solubilização, como resultado apresentaram baixa percolação no perfil do solo.

Ensaio realizado por Korndorfer et al. (2001) *apud* Ramos et al. (2006) destacaram que a escória proporcionou um aumento do cálcio em 68% à profundidade de 40 cm. Porém, Ramos et al. (2006), em estudo realizado com diferentes corretivos em casa de vegetação, aplicando-os em lisímetros, apurou que em nenhum dos tratamentos houve correção do solo em profundidade abaixo dos 15 cm.

## 4 Conclusões

A escória de siderurgia utilizada apresenta potencial de uso para a profundidade de 0 a 10 cm, obtendo resultados semelhantes nas melhorias das condições de solo comparativamente ao calcário, com resultado satisfatório para o tempo de 30 dias após a aplicação dos corretivos, porém, a exemplo do calcário, não demonstrou nenhum efeito sobre a correção do solo em camadas subsuperficiais.

## Evaluation of slag and limestone as a corrective to coffee culture

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the efficiency of the correction of the slag compared to the limestone as a function of time and depth. The experiment was installed at the Federal Institute of Education, Science and Technology of South of Minas Gerais, *campus* Muzambinho, in Arabica coffee plantation Catuaí, set in Yellow Oxisol soil (LVA), and the correction was made in applied according to the increase in base saturation to 60% (V%). The experimental design was randomized blocks with split plot in time, with four replications, with the following treatments: control (no lime or slag), with limestone and slag, and the subplots sampled at the respective time and depth: 30 days (0 to 0.1 m), 60 days (0 to 0.1 m and 0.1 m to 0.2 m) and 90 days (0 to 0.1 m and 0.1 m to 0.2 m). The results show that the correction did not differ each other. We conclude therefore that the slag has potential for use in coffee compared to the limestone at a depth of 0 to 10 cm, showing a significant result for the time 30 days after liming, however, the example of the lime, the slag did not fix the soil at a depth of 10 to 20 cm.

**Keywords:** *Coffee arabica*. Acidity. Efficiency correction.

## Referências bibliográficas

ALCARDE, J. C. **Corretivos de acidez dos solos:** características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA, 2005. Disponível em: <[http://www.anda.org.br/multimidia/boletim\\_06.pdf](http://www.anda.org.br/multimidia/boletim_06.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2011.

CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H.A. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5 (número

especial), p. 75-82, dez. 2008. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/715/455>> Acesso em 17 jan. 2013.

CONAB (Ed.). **Séries Históricas**. Acesso em: 22 jun. 2011. On line. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>>>.

CORRÊA, J. C. et al. Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta . **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, [s.l.], v. 32, n. 4, p. 1583-1590, jul./ ago. 2008.

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 Agricola**, Lajes, v. 58, n. 4, p. 825-831, out./dez. 2001.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p. 260-270.

LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do solo e calagem**. São Paulo: Anda, 1991. . Acesso em: 13jan.2011. Online. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/deptos/solos/renato/07.pdf>>.

PRADO, R. M. et al. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alfaca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 539-546, abr. 2002.

PRADO, R. M. et al. Reatividade de uma escória de siderurgia em um latossolo vermelho distrófico. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, vol. 28, n. 1, p. 197-205, 2004.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, vol. 27, n. 2, p. 287-296, 2003.

RAMOS, L. A. et al. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, set./out. 2006.

SILVEIRA, D. A. **Calagem e gessagem em cafeeiro (*Coffea arabica* L.): produção, características químicas do solo e desenvolvimento do sistema radicular**. 1995. 100 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

## Histórico editorial

Recebido: 17/09/2012

Avaliação e copidesque: 19/09/2012 a 25/01/2013