

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES CORRETIVOS DE ACIDEZ DO SOLO NOS VALORES DE pH, CÁLCIO E MAGNÉSIO, EM PROFUNDIDADE, EM LAVOURAS DE CAFÉ ARÁBICA

**Amarilson de Oliveira Candido¹; Natiélia Oliveira Nogueira¹;
Lima Deleon Martins¹; Felipe Vaz Andrade¹; Renato Ribeiro Passos¹;
Marcelo Antonio Tomaz¹**

¹Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCAUFES / Departamento de Produção Vegetal, Alto Universitário, CX.P. 16, CEP: 29500-000, Alegre, ES, amarilsonoc@hotmail.com, natielia_nogueira@yahoo.com.br, deleon_lima@hotmail.com, fvandrade@cca.ufes.br, renatopassos@cca.ufes.br, tomaz@cca.ufes.br

Resumo - A utilização de resíduos industriais alternativos, na agricultura é uma tendência que se vem fortificando com o passar do tempo. Desta forma, existem materiais alternativos, como a escória de siderurgia, óxido de magnésio e o pó de mármore que tem potencial de uso como corretivo de solo e fornecedores de nutrientes, no entanto, precisam ser mais estudados. Neste sentido, pretendeu-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação de diferentes corretivos de acidez do solo quanto à sua capacidade de corrigir o pH, fornecer cálcio e magnésio na cultura do café em produção, em profundidade de 20 a 40 cm no perfil do solo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com distribuição fatorial de 4 x 5, sendo os fatores: (4) corretivos (escória de siderurgia, óxido de magnésio, pó de mármore e calcário); (5) doses (0, 30, 60, 90, 120% da necessidade de corretivo), com 3 repetições. Os corretivos utilizados foram eficientes na elevação do pH do solo em profundidade. A escória de siderurgia e óxido de magnésio mostraram-se eficientes na elevação dos valores de cálcio. Quanto à elevação dos valores de magnésio do solo o corretivo óxido de magnésio foi mais eficiente.

Palavras-chave: Escória de siderurgia, pó de mármore e óxido de magnésio

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias.

Introdução

Poucas práticas agrícolas dão retornos tão elevados como a correção da acidez do solo, no que diz respeito ao aumento da produtividade e, conseqüentemente, da produção, das mais diferentes culturas.

A utilização de resíduos industriais alternativos, na correção da acidez do solo, é uma tendência que se fortifica com o passar do tempo. No processo industrial, há resíduos que, dependendo do setor de produção a que se destinam e do tipo do tratamento a que são submetidos, constituem problema sério na sua eliminação. Desta forma viabilizar sua utilização na agricultura, passa a ser uma forma sustentável de descarte.

No Brasil, as rochas carbonatadas moídas, genericamente denominadas calcários, são os materiais predominantemente empregados na agricultura como corretivo da acidez do solo.

Entretanto, existem materiais corretivos alternativos, sendo o mais promissor as escórias de siderurgias (PRADO, 2000), que apesar de estarem disponíveis no mercado brasileiro, têm sido pouco comercializadas para uso na agricultura (QUAGGIO, 2000). Outros que figuram

a lista de corretivos alternativos são o óxido de magnésio e o pó de mármore.

O óxido de magnésio é um produto intermediário do processo industrial de produção de refratários. Apresenta baixa solubilidade em meio aquoso, evidenciando um grande potencial para seu uso na cultura do café como fonte de magnésio e condicionador das características de acidez do solo.

O pó de mármore, resíduo proveniente de marmoraria, é produzido através da moagem de rochas ornamentais. Seu acúmulo nos depósitos das empresas de rochas ornamentais vem apresentando sério problema ambiental, devido ao aumento cada vez maior das áreas de descarga desses resíduos.

A maior dificuldade na utilização dos calcários e a necessidade de umidade no solo para sua dissolução e a incorporação para promover maior efetividade via contato direto com o solo. Esta característica torna-se um problema quanto se pretende corrigir a acidez potencial do solo em profundidade, pois os carbonatos apresentam baixa mobilidade, restringindo a correção.

Desta forma, pretendeu-se com este trabalho avaliar a influência da aplicação de diferentes corretivos de acidez do solo quanto à sua

capacidade de corrigir o pH, fornecer cálcio e magnésio na cultura do café em produção, em profundidade de 20 a 40 cm no perfil do solo.

Metodologia

O trabalho foi realizado em uma propriedade cafeeira do município de Ibitirama situada na microrregião do Caparaó – Sul do Estado do Espírito Santo com plantas de café arábica em produção, cultivada no espaçamento de 2,80 x 1,20 m com 13 anos de idade.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com distribuição fatorial de 4 x 5 com 3 repetições, sendo os fatores: (4) corretivos (calcário, escória silicatada, óxido de magnésio e pó de mármore); (5) doses (0, 30, 60, 90, 120% da necessidade de calagem). Cada parcela

experimental foi composta por seis plantas. As doses foram definidas utilizando o método da elevação da saturação de bases, elevando para V= 60%, segundo recomendações de Prezotti et al. (2007). Para os corretivos óxido de magnésio e pó de mármore foi adicionado gesso agrícola de acordo com cada dose com o objetivo de igualar a relação cálcio: magnésio em 3:1, presente nos demais corretivos utilizados.

Foram encaminhadas sub-amostras de cada corretivo ao laboratório para avaliação dos seguintes parâmetros: óxido de cálcio (%), óxido de magnésio (%), dióxido de silício (%), poder de neutralização, eficiência relativa (%), PRNT (%) (Tabela 1). O solo da propriedade foi caracterizado física e quimicamente, antes da instalação do experimento (Tabela 2).

Tabela 1 - Características dos corretivos utilizados

Parâmetros	Calcário	Escória	Óx. Magnésio	Pó mármore
Óxido de cálcio (%)	33,60	32,00	-	26,88
Óxido de magnésio (%)	9,58	10,75	53,0	20,00
Dióxido de silício (%)	-	21,3	-	-
Poder de neutralização ¹	89,05	83,84	195,0	95,75
Eficiência Relativa (%) ²	93,92	71,01	100	97,85
PRNT (%) ³	83,64	59,53	195,0	93,69

¹ Poder de neutralização: %CaO x 1,79 + %MgO x 2,48; ² Eficiência relativa: [(A x 0,0) + (B x 0,2) + (C x 0,6) + (D x 1,0)]/100], sendo A, B, C = % de corretivo que fica retido, respectivamente, nas peneiras nº 10, 20 e 50, e D = % de corretivo que passa na peneira nº 50; ³ PRNT = PN x ER / 100.

Tabela 2. Caracterização física e química da propriedade, antes da instalação do experimento

Profundidades	Caracterização física			Ds ^(b) kg dm ⁻³						
	Areia ^(a)	Silte ^(a)	Argila ^(a)							
	-----g/kg-----									
0 - 20 cm	363,59	36,72	599,69	1,33						
20 - 40 cm	387,24	32,46	580,3	1,39						
	Caracterização química									
	pH ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Na ⁽³⁾	Ca ⁽⁴⁾	Mg ⁽⁴⁾	Al ⁽⁵⁾	H+A ⁽⁶⁾	T	V
	-----mg dm ⁻³ ----				-----cmol _c dm ⁻³ -----					%
0 - 20 cm	5,5	2	46	0	1,9	0,7	0,2	5,1	7,83	35,1
20 - 40 cm	5,4	2	49	0	2,2	0,8	0,2	5,7	8,79	35,6

^aMétodo da Pipeta (Agitação Lenta); ^b Método da Proveta; ¹pH em água (relação 1:2, 5); ²fósforo extraído por Mehlich-1 e determinado por colorimetria; ³potássio e sódio, extraídos por Mehlich⁻¹ e determinado por fotometria de chama; ⁴cálcio e magnésio, extraídos com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por espectrofotômetro de absorção atômica; ⁵alumínio extraído com cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por titulação; ⁶H+Al extraído com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0 e determinado por titulação (EMBRAPA, 1997).

As doses dos corretivos foram calculadas e aplicadas de acordo com os tratamentos previamente estabelecidos. Decorridos seis meses da aplicação das doses dos corretivos foi realizado

análise de solo na profundidade de 20-40 cm para avaliação do pH, cálcio e magnésio.

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando-se o Software SISVAR

(FERREIRA, 2000), utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para os fatores qualitativos e a análise de regressão para os fatores quantitativos. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade e pelo coeficiente de determinação (R^2).

Resultados

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados médios de pH, Ca e Mg do solo, sob influência da aplicação dos corretivos calcário, escória de siderurgia, óxido de magnésio e pó de mármore.

Verifica-se efeito semelhante dos corretivos na correção do pH do solo. Quanto ao teor de Ca no solo, notam-se eficiência de fornecimento superior para a escória e óxido de magnésio quando comparados com calcário e pó de mármore.

Para os valores médios de Mg no solo, verifica-se que o óxido de magnésio, foi superior no fornecimento deste nutriente frente aos demais corretivos.

Tabela 3 - Valores médios de pH, cálcio e magnésio do solo em função dos corretivos (calcário, escória, óxido de magnésio e pó de mármore) na profundidade de 20 – 40 cm.

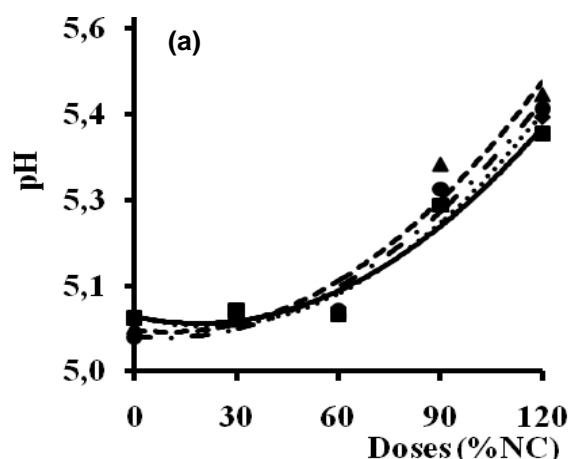
Corretivos	pH	cálcio	magnésio
		cmol _c dm ⁻³	
Calcário	5,16 a	2,28 b	0,62 c
Escória	5,17 a	2,31 a	0,65 b
Óx. magnésio	5,19 a	2,33 a	0,68 a
Pó mármore	5,17 a	2,26 b	0,61 c

*Médias seguidas de mesma letra, para pH, cálcio e magnésio, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

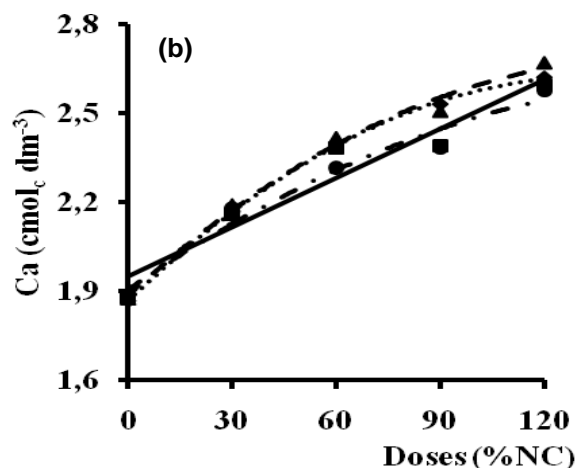
Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os efeitos das doses dos corretivos, calcário, escória de siderurgia, óxido de magnésio e pó de mármore nos parâmetros de solo: pH, Ca e Mg.

Para o pH do solo, nota-se que todos os corretivos apresentaram efeitos semelhantes, em função das doses dentro do intervalo estudado, que se mostraram exponenciais com ponto de máxima na dose de 120% da necessidade de correção (Figura 1a).

No fornecimento de Ca no solo, os corretivos escória de siderurgia e óxido de magnésio apresentaram melhores resultados no intervalo próximo de 30 a 90% da necessidade de correção, todavia os valores encontrados com a dose de 120% foi semelhante para todos os corretivos (Figura 1b).



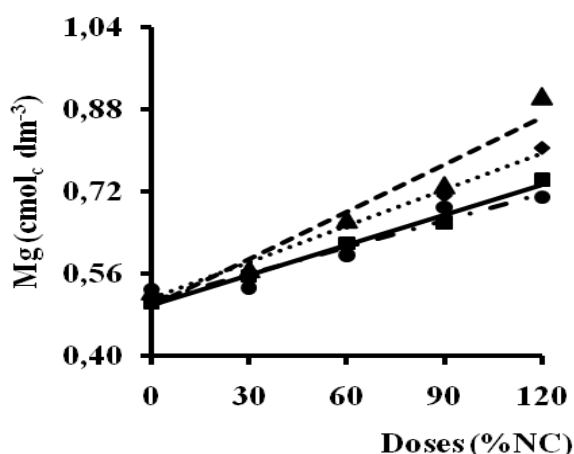
■ ____ Calcário $\hat{Y} = 0,0005x^2 - 0,0013x + 5,0523$ $R^2 = 95,89$
 ◆ Escória $\hat{Y} = 0,0005x^2 - 0,0018x + 5,0531$ $R^2 = 97,29$
 ▲ - - - - Óx. magnésio $\hat{Y} = 0,0005x^2 - 0,0008x + 5,028$ $R^2 = 94,82$
 ● - - - - Pó mármore $\hat{Y} = 0,0005x^2 - 0,0006x + 5,0147$ $R^2 = 97,02$



■ ____ Calcário $\hat{Y} = 0,0055x + 1,9493$ $R^2 = 96,19$
 ◆ Escória $\hat{Y} = -0,0005x^2 + 0,0112x + 1,8679$ $R^2 = 99,94$
 ▲ - - - - Óx. Magnésio $\hat{Y} = -0,0005x^2 + 0,0106x + 1,886$ $R^2 = 99,06$
 ● - - - - Pó mármore $\hat{Y} = 0,05x^2 + 0,0081x + 1,9046$ $R^2 = 96,78$

Figura 1 – Valores médios de pH (a) e cálcio (b) do solo para cada corretivo (calcário, escória, óxido de magnésio e pó de mármore) em função das doses (0, 30, 60, 90 e 120 % da necessidade de correção).

Para o Mg no solo verifica-se que o efeito dos corretivos no fornecimento deste foram lineares e crescentes, dentro do intervalo de doses adotado. Nota-se a eficiência do corretivo óxido de magnésio no fornecimento de Mg ao solo, frente aos demais (Figura 2).



■ —	Calcário	$\hat{Y} = 0,0019x + 0,5$	$R^2 = 98,98$
◆	Escória	$\hat{Y} = 0,0024x + 0,5127$	$R^2 = 97,77$
▲ - - - -	Óxido de Magnésio	$\hat{Y} = 0,0031x + 0,496$	$R^2 = 94,72$
● - · - · -	Pó de mármore	$\hat{Y} = 0,0017x + 0,5087$	$R^2 = 92,57$

Figura 2 – Valores médios de magnésio do solo para cada corretivo (calcário, escória, óxido de magnésio e pó de mármore) em função das doses (0, 30, 60, 90 e 120 % da necessidade de correção).

Discussão

A elevação dos valores de pH pelos corretivos é de fundamental importância para o aumento da atividade biológica do solo, na disponibilização de vários nutrientes e para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas que exploram maior volume de solo, de modo que a planta absorva água e nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento (NOLLA, 2004).

O melhor resultado para os valores de cálcio no solo pela escória de siderurgia pode ser resultante da composição química do material utilizado, haja visto, que no processo de fundição do aço, o cálcio oriundo do calcário participa das reações (FIRME, 1986).

Resultados semelhantes foram encontrados por Prado; Natale (2005) quando acompanhando a evolução dos efeitos da aplicação da escória de siderurgia no solo verificaram aumento do valor pH e dos valores de Ca, entretanto, não houve alteração significativa para a concentração de Mg do solo.

O corretivo óxido de magnésio proporcionou maiores valores de magnésio no solo. Provavelmente com sua alta concentração de magnésio na sua composição essa superioridade pode ser demonstrada no solo. A adição de gesso agrícola no corretivo óxido de magnésio pode ter proporcionado aumento nos valores de cálcio, o que reforça a utilização de uma fonte de cálcio juntamente com este corretivo a fim de evitar possíveis desequilíbrios na relação

cálcio:magnésio no solo em profundidade.

O cálcio e o magnésio são essenciais ao cafeeiro, no entanto, a necessidade de cálcio é bem maior que a necessidade de magnésio. Segundo Garcia (1981), a relação ótima cálcio e magnésio no solo para o cafeeiro é de 2,5 a 3:1.

Conclusão

Os corretivos utilizados foram eficientes na elevação do pH do solo em profundidade. A escória de siderurgia e óxido de magnésio mostraram eficientes na elevação dos valores de cálcio. Quanto à elevação dos valores de magnésio do solo o corretivo óxido de magnésio foi mais eficiente.

Referências

-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 212p, 1997.

-FERREIRA, D.F.. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45., São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, p. 255-258, 2000.

-FIRME, D. J. **Enriquecimento e fusão de escória de siderurgia como fosfato natural**. 1986. 55 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1986.

-GARCIA, A. W. R. Calagem para o cafeeiro. In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, T.; GUIDOLIN, T. A. (Ed.). **Nutrição e adubação do cafeeiro**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo; Instituto Internacional da Potassa, cap.7, p.103-115, 1981.

-NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3., **Anais...** Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM

-PRADO, R.M. **Resposta da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada como corretivo da acidez do solo**. 2000. 97f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2000.

-PRADO, R.M.; NATALE, W. Efeito da aplicação de silicato de cálcio no crescimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de

mudas de maracujazeiro **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.185-190, 2005

-PREZOTTI L. C; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G; OLIVEIRA. J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo** - 5ª aproximação. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 305p, 2007.

-QUAGGIO, J.A. **A acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 111 p, 2000.