

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE ESCÓRIAS DA SIDERURGIA E CALCÁRIO SOBRE AS CONDIÇÕES QUÍMICAS DE UM LATOSSOLO EM DIFERENTES TEMPOS DE INCUBAÇÃO

**Victor Almeida Pereira¹, Henrique de Sá Paye², Fernando de Aguiar Pedron¹,
Edvaldo Fialho dos Reis³, Adilson Caten⁴, Renato Ribeiro Passos⁵**

¹Graduando em Agronomia, CCA-UFES, Caixa Postal 16, CEP: 29500-000, Alegre-ES, ²Engenheiro Agrônomo - CCA-UFES

³Prof. Adjunto, Dept^o Produção Vegetal, CCA-UFES, Alegre-ES

⁴Prof. Adjunto, Dept^o Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES

⁵Prof. Orientador, Dept^o Produção Vegetal, CCA-UFES, Alegre-ES

renatopassos@cca.ufes, brvictorap1@hotmail, comhenriquepaye@yahoo.com.br

Resumo – O experimento objetivou avaliar a ação de duas escórias de siderurgia (CST e Recmix) e um calcário dolomítico sobre a soma de bases, a capacidade de troca de cátions e a saturação por bases, em diferentes tempos de incubação (30, 60, 90 e 120 dias), de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, coletado na profundidade de 0-20 cm, no distrito de Caxixe Quente, município de Venda Nova do Imigrante, estado do Espírito Santo. Os resultados mostraram que as escórias da siderurgia, dada a sua reatividade, promoveram mudanças significativas sobre a soma de bases, a capacidade de troca de cátions efetiva e a saturação por bases do solo, constituindo-se fontes alternativas ao calcário para melhoria das condições químicas do solo visando o cultivo.

Palavras-chave: escórias de siderurgia, calcário, fertilidade do solo.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

Os silicatos são as principais fontes de Si para a agricultura, possuindo efeito neutralizante, necessitando de pesquisas a respeito de sua interação com o solo em diferentes tempos de incubação, já que se trata de um tema ainda em estudo, havendo a crescente ampliação do parque siderúrgico, tendo também as dificuldades de aquisição de calcário e fertilizantes, em virtude do preço do produto acrescido do frete.

As escórias básicas de siderurgia, que são silicatos de cálcio e magnésio, constituem as fontes mais abundantes e baratas de Si, possuindo alto conteúdo de Si-solúvel, facilidade para a aplicação, boas relações e quantidade de Ca e Mg, baixo custo e ausência de potencial de contaminação do solo, com metais pesados, apresentando ainda, alguns dos principais macro e micronutrientes requeridos na agricultura, como o P, o Fe e o Mn (KLUGER, 1989). Os silicatos de cálcio e magnésio possuem efeito corretivo (ALCARDE, 1992), sendo que a sua aplicação no solo promove o aumento do pH e da saturação por bases (V%). Isto acontece porque os silicatos promovem a reação dos ânions SiO_3^{2-} com a água, liberando hidroxilas (OH^-) para a solução do solo.

Assim, foi avaliado o efeito das escórias básicas de siderurgia, comparativamente ao calcário, sobre a soma de bases trocáveis, CTC efetiva, CTC potencial e saturação por bases do

solo, em diferentes tempos de incubação do solo, visando melhorar o ambiente radicular e aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas.

Materiais e Métodos

O Projeto de Pesquisa foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES. Para tal, foram coletadas amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, na profundidade de 0-20 cm, no distrito de Caxixe Quente, município de Venda Nova do Imigrante, Estado do Espírito Santo. Depois de coletado, o solo foi seco ao ar e passado em peneira de 2 mm, para caracterização física e química. As análises físicas realizadas foram: composição granulométrica pelo método da pipeta, densidade do solo pelo método da proveta, densidade de partículas pelo método do balão volumétrico e porosidade total, de acordo com EMBRAPA (1997), e as análises químicas foram realizadas no laboratório de análises de solo "Raphael M. Bloise" do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES, de acordo com a EMBRAPA (1997), cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização física e química do Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, na profundidade de 0-20 cm, no distrito de Caxixe Quente, município de Venda Nova do Imigrante (ES)

Caracterização Física ¹		
Areia	g kg ⁻¹	528,95
Silte	g kg ⁻¹	257,99
Argila	g kg ⁻¹	213,06
Ds	kg dm ⁻³	1,12
Dp	kg dm ⁻³	2,54
Porosidade total	m ³ m ⁻³	0,559
Caracterização Química ²		
pH em água		5,0
Ca	cmol _c dm ⁻³	0,4
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,3
K	mg kg ⁻¹	24,0
Na	mg kg ⁻¹	2,0
H +Al	cmol _c dm ⁻³	6,8
SB	cmol _c dm ⁻³	0,8
CTC potencial	cmol _c dm ⁻³	7,6
CTC efetiva	cmol _c dm ⁻³	1,2
V	%	10,2

¹ Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partículas); porosidade total = 1 – Ds/Dp.

² pH em água (relação 1:2,5); K (potássio); Na (sódio); Ca (cálcio); Mg (magnésio); Al (alumínio); H +Al (acidez potencial); SB (soma de bases trocáveis = Ca + Mg + K + Na); CTC (capacidade de troca catiônica) potencial = SB + (H+Al)]; CTC efetiva = SB +Al); V (saturação por bases = 100 x SB/CTC).

Os materiais que foram utilizados como corretivos da acidez dos solos compreendem duas escórias de siderurgia: escória de aciaria da CST (LD-NP) e escória de aciaria da RECMIX (Agrosilício), e um calcário dolomítico, que foram passados em peneira de 50 mesh, e submetidos a análises químicas realizadas no laboratório de análises de solo “Raphael M. Bloise” do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES, para caracterização química (TABELA 2).

Tabela 2- Caracterização química dos corretivos utilizados¹

		Escória CST	Escória Recmix	Calcário dolomítico
CaO	%	39,80	36,00	32,50
MgO	%	2,64	6,00	14,80
P	%	0,04	-	-
S	%	2,30	-	-
SiO₂	%	13,30	-	-
PN	%	77,44	79,32	94,83
ER	%	82,01	72,65	98,60
PRNT	%	63,51	57,63	93,50

¹CaO (óxido de cálcio); MgO (óxido de magnésio); P (fósforo); S (enxofre); SiO₂ (óxido de silício); PN (Poder de Neutralização = %CaO x 1,79 + %MgO x 2,48); ER {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 n^o 10, 20 e 50, e D = % de corretivo que passa na peneira n^o 50}; PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total = PN x ER /100).

De posse dos resultados das análises das amostras de solo (TABELA 1) e das análises dos corretivos de acidez dos solos (TABELA 2), calcularam-se as quantidades de escórias de siderurgia e de calcário necessárias para elevar a saturação por bases a 80% (V = 80%), conforme Balbino (2004), utilizando-se: 1,86 gramas de escória da CST por vaso (8,3 t ha⁻¹), 2,05 gramas de escória da Recmix por vaso (9,2 t ha⁻¹) e 1,26 gramas de calcário dolomítico por vaso (5,3 t ha⁻¹). Para isso, foram utilizados recipientes plásticos contendo 500 g de solo, os quais foram incubados, após homogeneização manual cuidadosa, mantendo-se a umidade do solo a 60% do VTP (Volume Total de Poros), de acordo com Freire et al. (1980).

Para avaliar o comportamento dos corretivos, foram realizadas análises químicas das amostras de solo de acordo com a EMBRAPA (1997), após secagem das mesmas ao ar, aos 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação dos tratamentos e incubação. Com base nas análises químicas calcularam-se os seguintes indicadores de fertilidade do solo: soma de bases trocáveis (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T) e saturação por bases (V).

Para cada época de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias), foram utilizados quatro tratamentos relacionados à correção e/ou adubação do solo: 1)- testemunha (sem correção); 2)- quantidade de calcário para elevar V = 80%; 3)- quantidade de

escória de aciaria da CST para elevar $V = 80\%$; 4)- quantidade de escória de aciaria da RECMIX para elevar $V = 80\%$. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Realizaram-se análises estatísticas dos indicadores de fertilidade do solo avaliados, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de tratamentos, conforme Gomes (1985), utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

Resultados

Pelos resultados das análises químicas do solo, antes da incorporação dos corretivos, percebe-se que o solo apresenta baixa fertilidade, com baixa CTC e saturação por bases (TABELA 1), conforme Dadalto & Fullin (2001).

Após 30 dias de incubação do solo com os tratamentos relacionados à correção e/ou adubação do solo, observa-se um aumento da soma de bases (SB), bem como da capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva e, principalmente, da saturação por bases (V) que no tratamento relativo à aplicação da escória CST atingiu valores superiores a 80%, 30 dias após a aplicação do corretivo e incubação (TABELA 3).

Tabela 3- Caracterização química do solo, aos 30 dias, após a aplicação dos tratamentos e incubação⁽¹⁾

Variáveis	Tratamentos			
	Test.	CST	Recmix	Calcário
SB (cmol _c .dm ⁻³)	0,80 b	4,55 a	4,33 a	3,88 a
CTC Potencial (cmol _c .dm ⁻³)	4,88 b	5,50 ab	5,58 ab	6,03 a
CTC Efetiva (cmol _c .dm ⁻³)	1,20 b	4,55 a	4,33 a	3,88 a
V (%)	16,6 c	83,0 a	77,9 a	64,6 b

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Nas Tabelas 4, 5 e 6 são apresentados os resultados das análises químicas do solo, respectivamente, aos 60, 90 e 120 dias após a aplicação dos tratamentos e incubação. Semelhantemente ao ocorrido aos 30 dias, observam-se valores superiores da soma de bases, CTC efetiva e saturação por bases nos tratamentos que têm características de corretivos (CST, Recmix e Calcário) comparativamente à testemunha.

Tabela 4- Caracterização química do solo, aos 60 dias, após a aplicação dos tratamentos e incubação⁽¹⁾

Variáveis	Tratamentos			
	Test.	CST	Recmix	Calcário
SB (cmol _c .dm ⁻³)	1,13 c	4,65 a	4,93 a	3,53 b
CTC Potencial (cmol _c .dm ⁻³)	5,93 b	6,08 ab	6,48 a	5,00 c
CTC Efetiva (cmol _c .dm ⁻³)	1,48 c	4,65 a	4,93 a	3,53 b
V (%)	18,9 c	76,8 a	76,0 ab	70,1 b

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 5- Caracterização química do solo, aos 90 dias, após a aplicação dos tratamentos e incubação⁽¹⁾

Variáveis	Tratamentos			
	Test.	CST	Recmix	Calcário
SB (cmol _c .dm ⁻³)	0,83 c	4,55 a	4,50 a	3,75 b
CTC Potencial (cmol _c .dm ⁻³)	5,58 a	5,68 a	6,10 a	6,25 a
CTC Efetiva (cmol _c .dm ⁻³)	1,43 c	4,55 a	4,50 a	3,75 b
V (%)	14,6 c	79,9 a	72,3 ab	61,7 b

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6- Caracterização química do solo, aos 120 dias, após a aplicação dos tratamentos e incubação⁽¹⁾

Variáveis	Tratamentos			
	Test.	CST	Recmix	Calcário
SB (cmol _c .dm ⁻³)	1,58 b	5,20 a	4,75 a	4,55 a
CTC Potencial (cmol _c .dm ⁻³)	6,83 a	6,60 a	6,13 a	6,00 a
CTC Efetiva (cmol _c .dm ⁻³)	2,20 b	5,20 a	4,75 a	4,55 a
V (%)	22,5 b	78,6 a	77,4 a	75,0 a

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Discussão

A CTC efetiva, a soma e a saturação de bases sofreram incrementos significativos nos tratamentos relacionados à correção e/ou adubação do solo (CST, Recmix e calcário) comparativamente à testemunha. Destaque para as escórias de siderurgia, em especial, a CST que já na primeira avaliação (30 dias) apresentou valores de saturação por bases superior a 80%, indicando a grande capacidade de reação deste corretivo no solo, o que se deve ao aumento dos teores de cálcio e magnésio, que fazem parte da constituição dos corretivos (TABELA 2). Os aumentos dos valores da CTC efetiva, soma de bases e saturação por bases nos tratamentos relacionados à correção e/ou adubação do solo (CST, Recmix e calcário) ocorreram em função do aumento dos teores das bases trocáveis cálcio e magnésio no solo destes tratamentos. Prado & Fernandes (2000), trabalhando com escória de siderurgia, também encontraram aumentos nas bases trocáveis (Ca e Mg) nos solos cultivados com cana-de-açúcar.

Conforme já mencionado, aos 30 dias de incubação já se obteve os valores desejados de saturação por bases ($V = 80\%$) no solo com as escórias, tendo resultado estatisticamente semelhante nos dois tratamentos (CST e Recmix), sendo superior ao solo com calcário, aumentando, assim, os pontos potenciais de troca de cátions do complexo coloidal do solo, sendo ocupado, em ordem decrescente, pelas bases Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . Apenas aos 120 dias de incubação, é que os tratamentos relacionados à correção e/ou adubação do solo (CST, Recmix e calcário) apresentaram valores estatisticamente semelhantes de saturação por bases.

Conclusão

As escórias da siderurgia, dada a sua reatividade, promoveram mudanças significativas sobre a soma de bases, a capacidade de troca de cátions efetiva e a saturação por bases do solo, constituindo-se fontes alternativas ao calcário para melhoria das condições químicas do solo visando o cultivo.

Referências

-ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos, 1992. (Boletim Técnico, 6).

-BALBINO, J. M. de S., ed. **Tecnologias para produção e pós colheita de morangueiro**. Vitória, ES: Incaper, 2004.

-DADALTO, G.G., FULLIN, E.A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEEA/INCAPER, 2001.

-EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2.ed., 1997.

-FREIRE, J.C.; RIBEIRO, M.A.V.; BAHIA, V.G.; LOPES, A.S.; AQUINO, L.H. de. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.1, jan./abr. 1980.

-KLUGER, V. P. Utilização de escória de aciaria LD para agricultura - uma visão geral. **I Seminário Nacional de Aproveitamento de Descartes de Resíduos da Indústria**. Salvador. 1989.

-GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 11 ed. Piracicaba, SP, Livraria Nobel, 1985.

-PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vasos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, 2000.