

Avaliação de frações granulométrica de uma escória de siderúrgica sobre atributos químicos de um Latossolo Amarelo Distrófico

E. V. S. NASCIMENTO⁽¹⁾, E. C. BRASIL⁽²⁾ e G. R. SILVA⁽³⁾

RESUMO - Com objetivo de avaliar a utilização de escória de siderúrgica em diferentes granulometrias e doses em comparação ao calcário nos atributos do solo. Instalou-se experimento no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Terra Alta – Pará, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, textura média, Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 4x4+2, sendo quatro frações granulométricas da escória (material retido entre as peneira ABNT<20->50, <50->100, <50->100 e <200), três diferentes saturações por bases (V%) (40, 70 e 100) e um tratamento adicional com calcário e outro sem calcário e escória (testemunha), em três blocos totalizando 42 parcelas com dimensões de 28 m² (5,6 X 5,0). Para definir as doses de escória e de calcário, foi adotado o método da saturação por bases. foi utilizada a granulometria ABNT < 50 para o calcário, pelo fato de ser essa fração utilizada para o calcário com RE = 100 %, conforme a legislação brasileira. A escória de siderúrgica promoveu aumento nos valores de pH, nos teores de Ca+Mg, P e K e ocasionou uma redução nos teores de Al. Quando comparada ao calcário a utilização de escória de siderúrgica obteve resultados satisfatório na redução da acidez e disponibilidade de nutrientes.

Palavras-Chave:(corretivos; acidez; granulometria)

Introdução

A maioria dos solos agricultáveis nas regiões tropicais apresentam-se em condições de elevado grau de acidez, o que caracteriza o principal fator de degradação química do solo. De modo geral, esses solos apresentam pH baixo, concentração de alumínio em níveis tóxicos (> 1,0 cmolc kg⁻¹), alta capacidade de adsorção de ânions, especialmente fosfatos (Goedert et al., 1997; Ernani et al., 1998; Bohnen, 2000) [9,6,2], resultando em menor absorção dos nutrientes e água, devido ao menor volume de solo explorado. Em solos ácidos com pH baixo (<5,0), há menor disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. Tais restrições prejudicam o desenvolvimento normal das plantas, afetando sua capacidade produtiva.

O Pará possui aproximadamente 57,7 milhões de hectares de solos com aptidão edáfica para uso com lavouras, porém necessitando de alto nível de utilização de fertilizantes e corretivos, exigindo a aplicação de elevadas quantidades de fertilizantes organo-minerais e moderada necessidade de calagem, para a correção e manutenção do estado nutricional desses solos (Gama et., 2007)[8].

Os calcários são os produtos comerciais mais utilizados para a correção da acidez dos solos brasileiros, em virtude da sua eficiência corretiva e do baixo custo de produção. No entanto, esses corretivos podem tornar-se inacessíveis aos produtores, em situações de grandes distâncias entre a fonte produtora e a consumidora, o que aumenta consideravelmente o valor final dos produtos, em decorrência do elevado custo para o transporte dos mesmos até o local de consumo.

No estado do Pará isso vem acontecendo, devido à demanda de calcário ser muito alta e a oferta de ser relativamente baixa não atendendo essa demanda, fazendo com que os produtores tenham que adquirir calcários de outras jazidas de fora do estado tornando o preço do produto elevado. Em decorrência disso e importante estudos de outras fontes alternativas de corretivos de acidez do solo, entre essas alternativas temos a escória de siderúrgica.

Segundo Nolla (2004) [10], o uso de escórias como corretivo de solo e fonte de Si, além de diminuir o passivo ambiental da indústria siderúrgica também contribui para reduzir o consumo de calcário, pois este é um mineral retirado da natureza e, portanto não renovável.

Pesquisas realizadas com a escória mostram que sua ação neutralizante na acidez do solo assemelha-se à do calcário. Entretanto, em alguns experimentos, tem sido constatado que a escória apresenta reação mais lenta no solo quando comparada ao calcário (Fortes, 1993; Prado & Fernandes, 2000) [7, 15]. Supõe-se que esta diferença ocorra como decorrência da determinação do poder de neutralização (PN) da escória e também, pode está atribuída à sua granulometria mais grosseira, que diminui a sua reatividade (RE). Pois se segue a mesma metodologia oficial adotada para o calcário (Brasil, 1983) [3].

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Doutorando do Curso de Ciências agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, 66.077-530, Belém, PA; E mail: agrovincius@yahoo.com.br

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Enéas Pinheiro s/n, 66095-100, Belém, PA. E-mail: brasil@cpatu.embrapa.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, 66.077-530, Belém, PA;

Embora alguns trabalhos sobre eficiência agrônômica da escória tenham mostrado bons resultados sobre a correção da acidez do solo em pesquisas em nível de casa de vegetação (Prado; Fernandes, 2000; Prado et al., 2002; Carvalho-Pupatto et al., 2004) [15, 12, 5], ainda são poucas as pesquisas deste produto no Brasil, em especialmente na nossa região, neste contexto faz-se necessárias também as pesquisas a nível de campo.

Objetivo deste trabalho é avaliar a utilização de escória de siderúrgica em diferentes granulometrias e doses em comparação ao calcário nos atributos do solo.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Terra Alta – Pará, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, textura média, com as seguintes características químicas na camada 0–20 cm: pH(H₂O) de 4,9; P e K (Mehlich 1) iguais a 2 e 24 mg dm⁻³, respectivamente; Ca, Mg e Al iguais a 0,6; 0,3; e 0,8 cmol_c dm⁻³, respectivamente. Utilizou-se um delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 4x4+2, sendo quatro frações granulométricas da escória (material retido entre as peneira ABNT <20->50, <50->100, <50->100 e <200), três diferentes saturações por bases (V%) (40, 70 e 100) e um tratamento adicional com calcário e outro sem calcário e escória (testemunha), em três blocos totalizando 42 parcelas com dimensões de 28 m² (5,6 X 5,0). Para definir as doses de escória e de calcário, foi adotado o método da saturação por bases (Raij et al., 2001) [16]. foi utilizada a granulometria ABNT < 50 para o calcário, pelo fato de ser essa fração utilizada para o calcário com RE = 100 %, conforme a legislação brasileira (Brasil, 1983) [3].

Os corretivos foram aplicados manualmente a lancha em cada parcela, colocando-se metade das quantidades estimadas, antes da aração e a outra metade, antes da gradagem. Após a aplicação dos corretivos, o solo ficará em incubação por período suficiente para reação dos mesmos. foi realizada também uma adubação no experimento equivalente a 140 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo, 120 kg/há de N, na forma de K₂O, na forma de cloreto de potássio e 40 kg/há de FTE BR 12.

Para avaliação dos atributos químicos em relação ao tempo de reação, doses e granulometria dos corretivos no solo, efetuou-se coletas de amostras na profundidade de 0–20 cm, aos 14, 28, 42, 56 e 70 dias. Realizaram-se as seguintes determinações nas amostras: pH em água, teores de Al trocável, Ca+Mg, P e K do solo.

Resultados

Observou-se que a aplicação de escória de siderúrgica proporcionou um aumento de Ca+ Mg do solo em todas as doses, sendo que os maiores teores foram obtidos nas granulometrias mais finas <100 >200 e

<200 não havendo diferença significativa entre as duas frações granulométricas (tabela 1). Houve também aumento significativo nas concentrações de Ca+ Mg após 70 dias da aplicação do corretivo(Figura 1).

A aplicação de diferentes doses de escória de siderúrgica no solo aumentou linearmente o pH, P e K e ocasionou também de forma linear uma redução do Al no solo. Observou-se também efeito significativo nas diferentes frações granulométricas nos valores de pH, Al e P do solo em que nas granulométrias mais finas <100 >200 e <200 obteve aumento nos valores de pH e P e redução do Al, no entanto ã houve diferença significativa entre as duas frações granulométricas (Tabela 2).

Tabela 1: Concentração de Ca+Mg no solo em diferentes doses e granulometrias de escória de siderúrgica⁽¹⁾.

Frações Granulométrica	Saturação por bases (%)		
	40	70	100
<20 >50	0,98 b	1,51 b	1,56 b
<50 >100	1,06 b	1,61 b	1,98 a
<100 >200	1,34 a	1,96 a	2,1 a
<200	1,5 a	2,02 a	2,11 a

⁽¹⁾Comparação de médias pelo teste de Scott Knott (P<0,05), letras minúsculas comparam frações granulométricas dentro de cada saturação por bases.

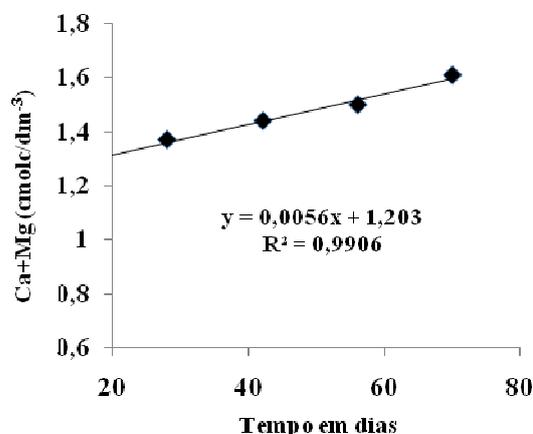


Figura 1: Efeito da aplicação do corretivo nas concentrações de Ca+Mg em 70 dias após de sua aplicação.

Tabela 2: Efeito de diferentes frações granulométricas de escória de siderúrgica no pH, Al e P.

Fração Granulométrica	pH (H ₂ O)	Al	P
		cmol _c /dm ³	mg/dm ⁻³
<20 >50	5,1 c	0,67 c	10,8 b
<50 >100	5,2 b	0,54 b	11,6 b
<100 >200	5,3 a	0,47 a	12,4 a
<200	5,3 a	0,43 a	13,4 a

⁽¹⁾Comparação de médias pelo teste de Scott Knott (P<0,05), letras minúsculas comparam frações granulométricas dentro de cada valores de pH, teores de Al e P.

A aplicação de doses crescentes de escória de siderúrgica no solo aumentou linearmente o pH, os teores de P, K e também reduziu de forma linear as concentrações de Al (Figura 2).

Comparou-se também a escória de siderúrgica a 70% de saturação por bases na fração granulométrica <50 >100, com um tratamento adicional de calcário na saturação por bases a 70% na fração granulométrica <50 que representa segundo a legislação 100% de reatividade e uma testemunha sem aplicação de corretivo, observou-se diferença significativa entre os tratamentos para, pH, Ca+Mg, Al, P e K, em que o tratamento com calcário obteve maiores valores de pH e nas concentrações de Ca+Mg e menores valores de Al. Nos teores de P e K o tratamento com escória de siderúrgica apresentou melhores resultados (Tabela 3).

Tabela 3: Comparação entre corretivos nos valores de pH, teores de Ca+Mg, Al, P e K.

	pH	Ca+Mg	Al	P	K
Tratamentos	(H ₂ O)	cmol _c /dm ⁻³		mg/dm ⁻³	
Testemunha	4,98 c	0,89 c	0,88 c	8,3 c	29,4 c
Escória 70%	5,23 b	1,51 b	0,53 b	14,6 a	36,7 a
Calcário 70%	5,33 a	5,33 a	0,24 a	12,4 b	30,1 b

Discussão

A aplicação de doses crescentes de escória de siderúrgica ocasionou um aumento das concentrações de Ca+Mg, P, K e nos valores de pH e conseqüentemente diminuição da acidez do solo. Isto ocorreu devido à presença do constituinte neutralizante (SiO₃²⁻) e de Ca e Mg na constituição deste material (Alcarde, 1992) [1]. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores na neutralização da acidez do solo, utilizando a escória de siderurgia de alto-forno (Prado & Fernandes, 2000) [15] e de aciaria (Prado & Fernandes, 2001) [14].

Observou-se diferença significativa entre as frações granulométricas nos teores de Ca+Mg nas diferentes saturações por bases em que as frações mais finas apresentaram melhores resultados. Isto está relacionado com o aumento da superfície específica das partículas, favorecendo as reações de solubilização da escória e neutralização da acidez do solo. Desse modo, quanto mais finas as partículas, mais rápida sua ação na correção da acidez do solo como também observado por Piau (1991) [11] e Prado et al., (2004) [13].

Analisando apenas o efeito da granulometria nas concentrações de P e Al e nos valores de pH observou-se também o mesmo efeito ocorrido com os valores de Ca+Mg, com os melhores resultados nas frações mais finas. As diferentes doses de escória ocasionou aumento de pH, P e K, e a diminuição do Al. Isto ocorreu devido a escória conter em sua composição agentes neutralizantes de acidez do solo. À medida que as doses de escória foram aumentadas, houve redução dos teores de Al, causada pela elevação do pH.

Observou-se na comparação da escória de siderúrgica com o calcário dolomítico, que a escória obteve melhores resultados nas concentrações de P e K e obteve valores muito próximos no pH, Ca+Mg e na redução do Al. O valor de P com a aplicação de escória foi maior pela possibilidade de haver competição do Si e P pelo mesmo sítio de adsorção, reduzindo a fixação e aumentando a disponibilidade de P no solo (Carvalho, 2000) [4]. O efeito da escória na correção da acidez do solo foi inferior ao do calcário, provavelmente em razão de dois fatores relacionados com o valor do poder relativo de neutralização total (PRNT) de cada corretivo e da sua forma de determinação (Prado et al., 2002) [12]. Fortes (1993) [7] e Prado & Fernandes (2000) [15] observaram que a escória proporcionou reação mais lenta que a esperada, em comparação com o calcário, o que atribuíram ao método de determinação do PRNT.

Conclusões

A escória de siderúrgica promoveu aumento nos valores de pH, nas concentrações de Ca+Mg, P e K e ocasionou uma redução do Al.

Quando comparada ao calcário a utilização de escória de siderúrgica obteve resultados satisfatório na redução da acidez e disponibilidade de nutrientes.

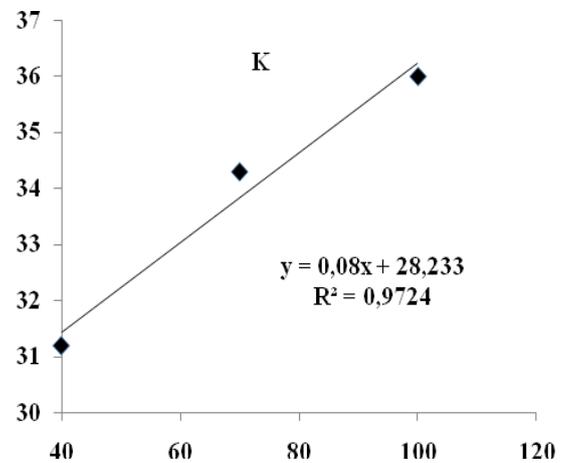
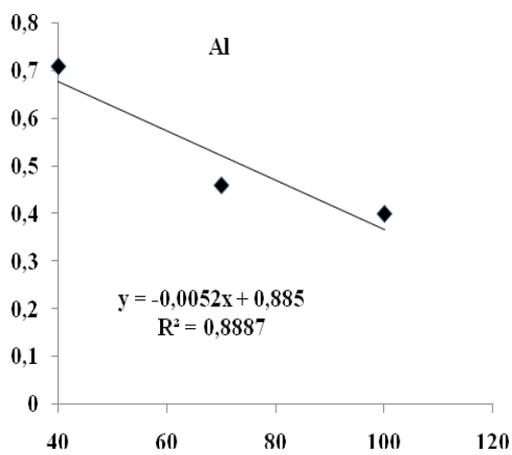
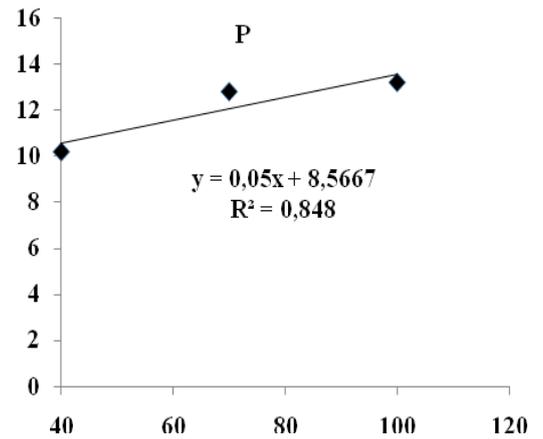
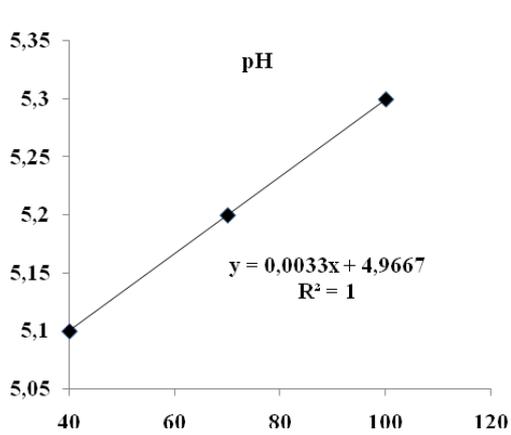
Agradecimentos

Pelo apoio financeiro do projeto “Alternativas tecnológicas para a viabilização e aproveitamento econômico de resíduos gerados durante o processo de produção de ferro gusa voltado para utilização agroflorestal” financiado pelo convênio Fapespa /Cosipar /Embrapa Amazônia Oriental.

Referências

- [1] ALCARDE, J.C. **Corretivo de acidez do solo: características e interpretações**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6).
- [2] BOHNEN, H. Acidez do solo: Origem e correção. In: KAMINSKI, J. (Coord.). **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Pelotas: Núcleo Regional Sul, 2000. p.9-19. (Boletim Técnico, 4).
- [3] BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais**. Brasília: Lanarv, 1983. 104 p.
- [4] CARVALHO, J. C. **Análise de crescimento e produção de grãos da cultura do arroz irrigado por aspersão em função da aplicação de escórias de siderurgia como fonte de silício**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- [5] CARVALHO-PUPATTO J.G. et al. **Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.39, n.12, p.1213-1218, dez. 2004.
- [6] ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L.; OLIVEIRA, L.C. Increase of grain and green matter of corn by liming. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, p. 275-280, 1998.
- [7] FORTES, J. L. O. **Eficiência de duas escórias de siderurgia, do Estado do Maranhão, na correção da**

- acidez do solo.** 1993. 66 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1993.
- [8] GAMA, J. R.F.N.; CARVALHO, E.J.M.; RODRIGUES, T.E.; VALENTE, M.A. **Solos do Estado do Pará, Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**, pag.19-29. EMBRAPA 2007.
- [9] GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; LOURENÇO, S. Nutrient use efficiency in Brazilian acid soils: Nutrient management and plant efficiency. In: MONIZ, A.C.; FURLANI, A.M.C.; SCHAFFERT, R.E. et al. Plant-soil interactions at low pH: sustainable agriculture and forestry production. Campinas: Brazilian Soil Science Society, 1997. p. 97-104.
- [10] NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3. Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM.
- [11] PIAU, W.C. Variabilidade do uso das escórias como corretivo e fertilizante. Piracicaba, 1991. 99p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- [12] PRADO, R. de M.; COUTINHO, E.L.M.; ROQUE, C.G.; VILLAR, M.L.P. **Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.539-546, 2002.
- [13] PRADO R. de M.; NATALE w.; FERNANDES, F.M.; CORRÊA M. C. M., **REATIVIDADE DE UMA ESCÓRIA DE SIDERURGIA EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**, R. Bras. Ci. Solo, 28:197-205, 2004.
- [14] PRADO, R. de M.; FERNANDES, F.M. **Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.1199-1204, 2001.
- [15] PRADO, R. de M.; FERNANDES, F.M. **Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso.** Scientia Agrícola, v.57, p.739-744, 2000.
- [16] RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO J.A., eds. Análise química para avaliação da fertilidade do solo Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 285p.



Saturação por bases (V%)

Figura 2: Efeito de doses crescentes de escória de siderúrgica no valor de pH (em H₂O), nas concentrações de P (mg/dm⁻³), Al (cmol_e/dm⁻³) e K (mg/dm⁻³), em Latossolo Amarelo Distrófico.