

# RESPOSTA DE MUDAS DE GOIABEIRA À APLICAÇÃO DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA COMO CORRETIVO DE ACIDEZ DO SOLO<sup>1</sup>

RENATO DE MELLO PRADO<sup>2</sup>, MÁRCIO CLEBER DE MEDEIROS CORRÊA<sup>2</sup>, ANTÔNIO CARLOS OLIVEIRA CINTRA<sup>3</sup>, WILLIAM NATALE<sup>4</sup>

**RESUMO** - A escória de siderurgia pode constituir-se em uma fonte alternativa de Ca e Mg, bem como corretivo de acidez do solo, melhorando o estado nutricional de mudas de goiabeira, podendo contribuir para o sucesso da implantação de um pomar. O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da escória de siderurgia nas alterações dos atributos químicos do solo, na nutrição das plantas e no crescimento de mudas de goiabeira. Para tanto, instalou-se um experimento em Taquaritinga-SP, em condições de vasos, com doses crescentes de escória de siderurgia: zero; metade; uma vez; uma vez e meia; duas vezes e duas vezes e meia a dose para elevar a saturação por bases para 70%. Após 90 dias da incubação da escória no solo, procedeu-se o plantio das mudas de goiabeira (cv. Paluma), propagadas vegetativamente por estaquia, em substrato de um Argissolo Vermelho-Amarelo ácido (vaso com 2,8 dm<sup>3</sup>), cultivando-as por 105 dias. A aplicação de escória de siderurgia elevou os valores de pH, SB, V%, e as concentrações de Ca, Mg e P, diminuindo H+Al do solo. Nas mudas de goiabeira, houve aumento significativo na altura, no número de folhas, na área foliar, nas concentrações de Ca, Mg e P da parte aérea e das raízes das plantas e, conseqüentemente, na matéria seca da parte aérea e das raízes. Portanto, a escória de siderurgia mostrou-se viável na produção de mudas de goiabeira como corretivo de acidez do solo e fonte de nutrientes (Ca e Mg).

**Termos para indexação:** escória siderúrgica, calagem, *Psidium guajava*, goiaba.

## RESPONSE OF GUAVA PLANTS TO BASIC SLAG APPLICATION AS CORRECTIVE OF SOIL ACIDITY

**ABSTRACT** - The basic slag can consist in alternative source of Ca and Mg, as well as connecting soil acidity improving the nutritional state of guava plants, and determining the success of the implantation of an orchard. The present work was carried out to evaluate the basic slag in chemical attributes in soil in the nutrition of plants and the production of guava plants. By the way, an experiment was conducted in Taquaritinga-SP, in pot conditions, with increasing doses of basic slag: zero; half; once, once and half; twice and twice and half to raise V =70%. After 90 days of the incubation of the basic slag in soil, the plantation was proceeded in vegetative propagation, in Ultisol (pot with 2.8 dm<sup>3</sup>), cultivating them per 105 days. The basic slag application positively affected values of pH, SB and V%, and the concentrations of Ca, Mg and P and H+Al in the soil. The guava plants had significant by increased the height, number of leaves and the foliar area, the concentration of Ca, Mg and P of the aerial part and the root of the plants and, consequently, the dry matter of the aerial part and the root. Therefore the basic slag revealed viable in the production of young guava plants as corrective of acidity of soil and source of nutrients (Ca e Mg).

**Index terms:** basic slag, liming, *Psidium guajava*, guava.

## INTRODUÇÃO

A utilização de mudas de goiabeira com adequado estado nutricional, sadias e vigorosas, é um dos fatores que determinam o sucesso da implantação de um pomar. A fertilidade do solo a ser utilizado como substrato para a produção de mudas influi, diretamente, no desenvolvimento da planta. Entretanto, os solos das camadas superficiais (geralmente mais férteis) podem introduzir plantas daninhas e patógenos. Assim, por vezes, tem-se usado o subsolo para a produção de mudas (Picheth, 1987), livres de ervas daninhas (especialmente tiririca), que aliás é uma exigência do Ministério da Agricultura para produção de mudas certificadas (Barasil, 1977); porém, este substrato apresenta, normalmente, baixa fertilidade natural e reação ácida.

Assim sendo, para a produção das mudas, há necessidade de aumentar a fertilidade do substrato, e como produto alternativo, têm-se os resíduos industriais, onde seu uso agrícola é cada vez mais freqüente, visando à reciclagem de nutrientes e à preservação do meio ambiente em torno das indústrias, sendo a escória de siderurgia o resíduo mais promissor, com ampla disponibilidade no centro Sul do Brasil (Prado et al., 2001).

O desenvolvimento da atividade de siderurgia no Brasil ocorreu na década de 80, com expansão do parque siderúrgico nacional. A produção destas siderúrgicas está centrada basicamente em aço e ferro-gusa. Cada tonelada deste tipo de ferro gera em torno de 750 kg de escória de siderurgia, constituída de um silicato de cálcio (Campus Filho, 1981). Anualmente, a produção da escória de siderurgia supera 3 milhões de toneladas, além do estoque que vem sendo acumulado ao longo do tempo (Prado et al., 2001).

Portanto, alternativamente, pode ser utilizada a escória de siderur-

gia como material corretivo para produção de mudas, pois além de corrigir a acidez do solo, aumenta os teores de cálcio, magnésio e, possivelmente, a disponibilidade de fósforo do solo (Prado & Fernandes, 2000a). A escória de siderurgia apresenta, ainda, um efeito residual prolongado no solo; desse modo, o grupo de plantas que apresenta maior potencial de resposta, seria o das culturas perenes, a exemplo do efeito positivo na cultura da cana-de-açúcar (Prado & Fernandes, 2000b). Essa escória é atualmente pouco usada na agricultura brasileira, ao contrário dos Estados Unidos, Japão e China.

Com base no exposto, procurou-se determinar a influência de doses crescentes de escória siderúrgica sobre alguns atributos químicos do solo, na nutrição e no crescimento de mudas de goiabeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em vasos sob viveiro telado no município de Taquaritinga-SP. Foram utilizadas mudas obtidas a partir de propagação vegetativa de estacas herbáceas de matrizes selecionadas de goiabeiras cv. Paluma (*Psidium guajava* L.). As estacas, compostas de um segmento com um par de folhas, correspondendo a um entrenó, foram inicialmente colocadas em caixas de madeira contendo vermiculita expandida, permanecendo em câmara de nebulização a pleno sol por 90 dias até enraizamento. Após o enraizamento inicial, as estacas foram podadas, eliminando-se todas as folhas e aparando o sistema radicular ficando com cerca de 10 cm de comprimento, obtendo-se, assim, a muda pronta para transferir ao viveiro telado (50% de sombreamento).

Utilizou-se como substrato o subsolo de um Argissolo Vermelho-Amarelo, distrófico arênico, latossólico, A moderado, textura média, floresta

<sup>1</sup> (Trabalho 153/2002). Recebido:25/09/2002. Aceito para publicação: 06/03/2003.

<sup>2</sup> Engº Agrº. Doutorando, Departamento de Solos e Adubo da FCAV/UNESP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n., 14870-000, Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: rmprado@fcav.unesp.br. Bolsista FAPESP.

<sup>3</sup> Engº Agrº. da FCAV/UNESP.

<sup>4</sup> Engº Agrº. Dr., Prof. Adjunto do Departamento de Solos e Adubo da FCAV/UNESP. E-mail: natale @fcav.unesp.br.

tropical, suave-ondulado (Embrapa, 1999), com as seguintes características químicas: matéria orgânica = 6 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,3; P (resina) = 1 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,7; Ca = 6; Mg = 3; H+Al = 25 mmol dm<sup>-3</sup> e saturação por bases (V) = 28%, avaliadas segundo o método descrito por Raij et al. (1987).

Utilizou-se escória de siderurgia de aciária, proveniente de uma indústria siderúrgica produtora de aço do município de Piracicaba-SP, com as seguintes características químicas: CaO = 257 g kg<sup>-1</sup>; MgO = 64 g kg<sup>-1</sup>; PN e PRNT = 61%.

O delineamento experimental adotado foi o em blocos casualizados, com seis tratamentos (zero; metade; uma vez; uma vez e meia; duas vezes e duas vezes e meia a dose para elevar V para 70%, correspondendo às doses de: 0; 1,68; 3,36; 5,04; 6,72 e 8,4 g por vaso de 2,8 dm<sup>3</sup>, respectivamente), e cinco repetições. As doses de escória siderúrgica foram calculadas, considerando-se a saturação por bases ideal para a cultura de 70% (Santos & Quaggio, 1996). Após 90 dias de incubação do solo com o resíduo, realizou-se o plantio das mudas e aplicaram-se 75; 100; 37,5; 0,5 e 5 mg dm<sup>-3</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, B e Zn nas formas de sulfato de amônio, cloreto de potássio, superfosfato triplo, ácido bórico e sulfato de zinco, respectivamente. A umidade do solo foi mantida a 80% da capacidade de campo.

A adubação de cobertura foi de 225,0 e 112,5 mg dm<sup>-3</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, aplicados parceladamente em três doses iguais, aos 30; 45 e 60 dias após o plantio das mudas. Utilizaram-se como fonte de nitrogênio, sulfato de amônio (1º e 2º parcelamento) e uréia (3º parcelamento), e como fonte de potássio, cloreto de potássio.

As avaliações dos tratamentos foram realizadas no momento em

que as mudas estavam suficientemente desenvolvidas para irem ao campo (105 dias após o transplante). Determinaram-se o número de folhas, a altura de plantas e estimou-se a área foliar das mudas com o auxílio de um aparelho integrador de áreas portátil LI-COR modelo LI-3000A.

A seguir, as plantas foram cortadas rentes ao solo, separando-se a parte aérea das raízes. O material foi seco e pesado, realizando-se a análise química de P, Ca e Mg nos tecidos vegetais, conforme metodologia descrita por Bataglia et al. (1983). Na mesma ocasião, procedeu-se a mistura do solo do vaso e retirou-se uma amostra para a análise química, para fins de fertilidade (pH, H+Al, Ca, Mg e P), utilizando-se da metodologia descrita por Raij et al. (1987) e, com os dados obtidos, calcularam-se a soma de bases (SB) e a saturação por bases (V%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da escória de siderurgia aumentou significativamente de forma quadrática o valor pH, os teores de cálcio e magnésio, os valores da soma de bases e saturação por bases e diminuiu a acidez potencial do solo (Figura 1). Resultados semelhantes dos efeitos da escória de siderurgia na neutralização da acidez do solo foram constatados por Prado & Fernandes (2000b) em um Latossolo Vermelho distrófico e no Neossolo Quartzarênico, e por Prado & Fernandes (2001c), em um Latossolo Vermelho-Amarelo. Estes efeitos da escória na correção da acidez do solo e no aumento de bases deve-se à presença de constituinte neutralizante (SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) e de Ca e Mg, respectivamente (Alcarde, 1992).

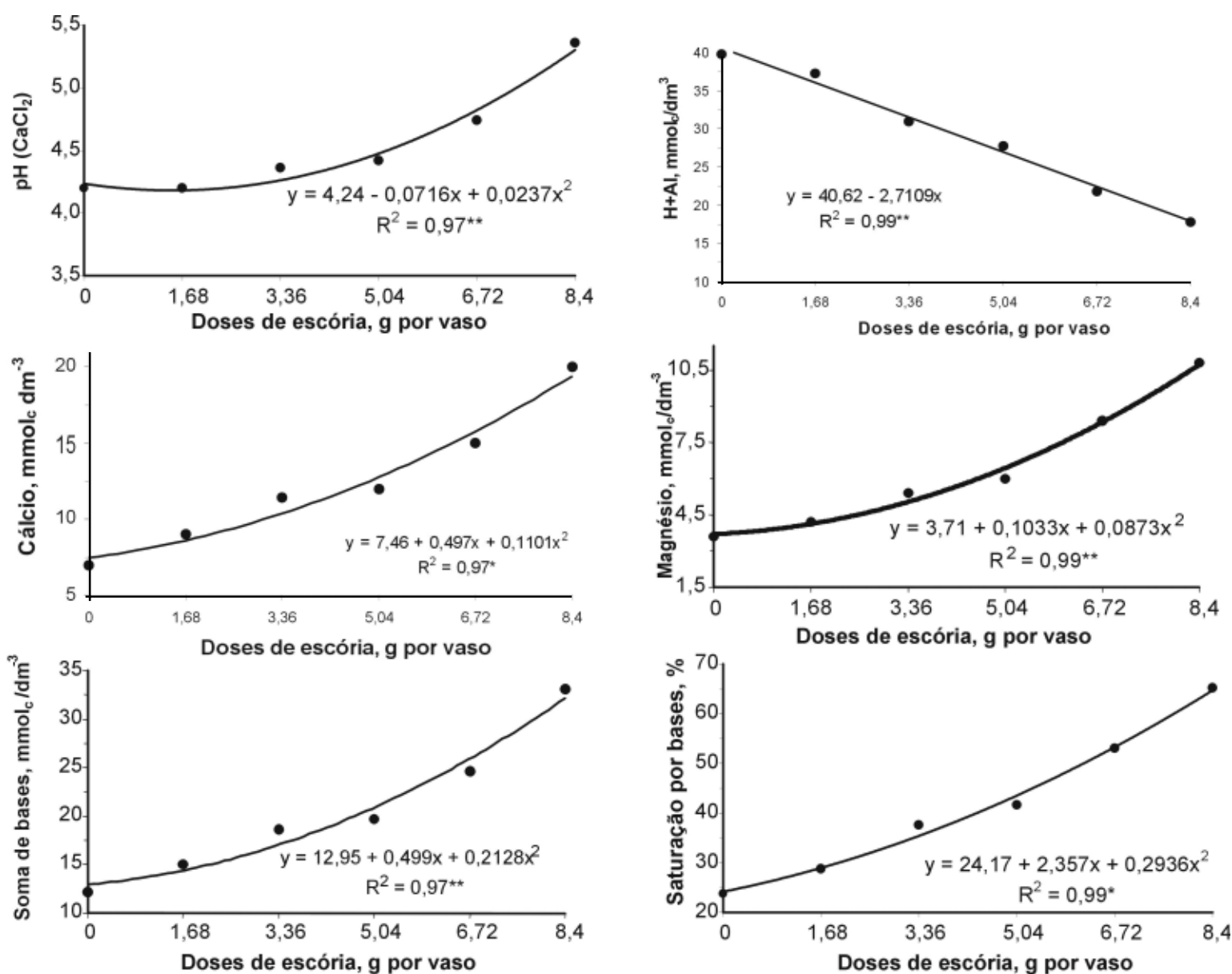
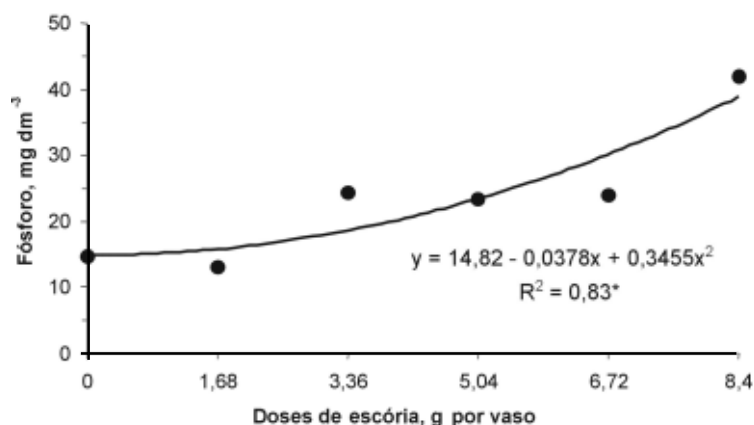


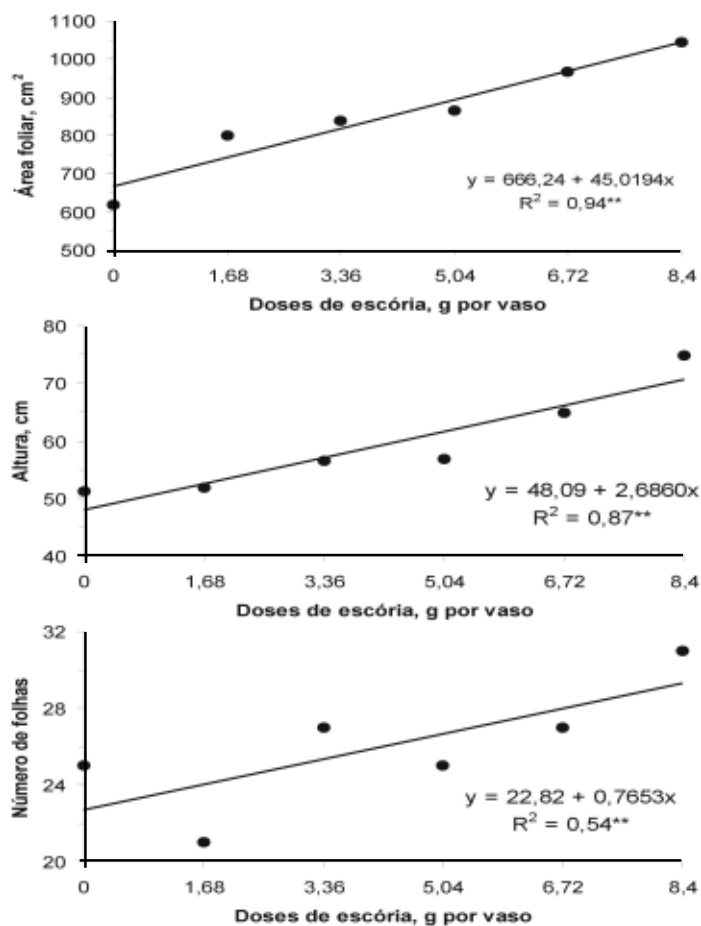
FIGURA 1- Efeito da aplicação de doses crescentes de escória de siderurgia no valor pH, (H+Al), Ca, Mg, soma de bases e saturação por bases do substrato proveniente do Argissolo Vermelho-Amarelo. (Cada ponto representa a média de cinco repetições.)

As doses crescentes de escória de siderurgia aumentou significativamente o teor de P do solo (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Prado & Fernandes (1999; 2001a). Este incremento, segundo os autores, pode ser explicado pelo aumento do pH do solo e pela competição do ânion  $\text{SiO}_4^{4-}$  presente na escória com o fósforo, pelos mesmos sítios de adsorção no solo, implicando a liberação do fósforo para a solução do solo.

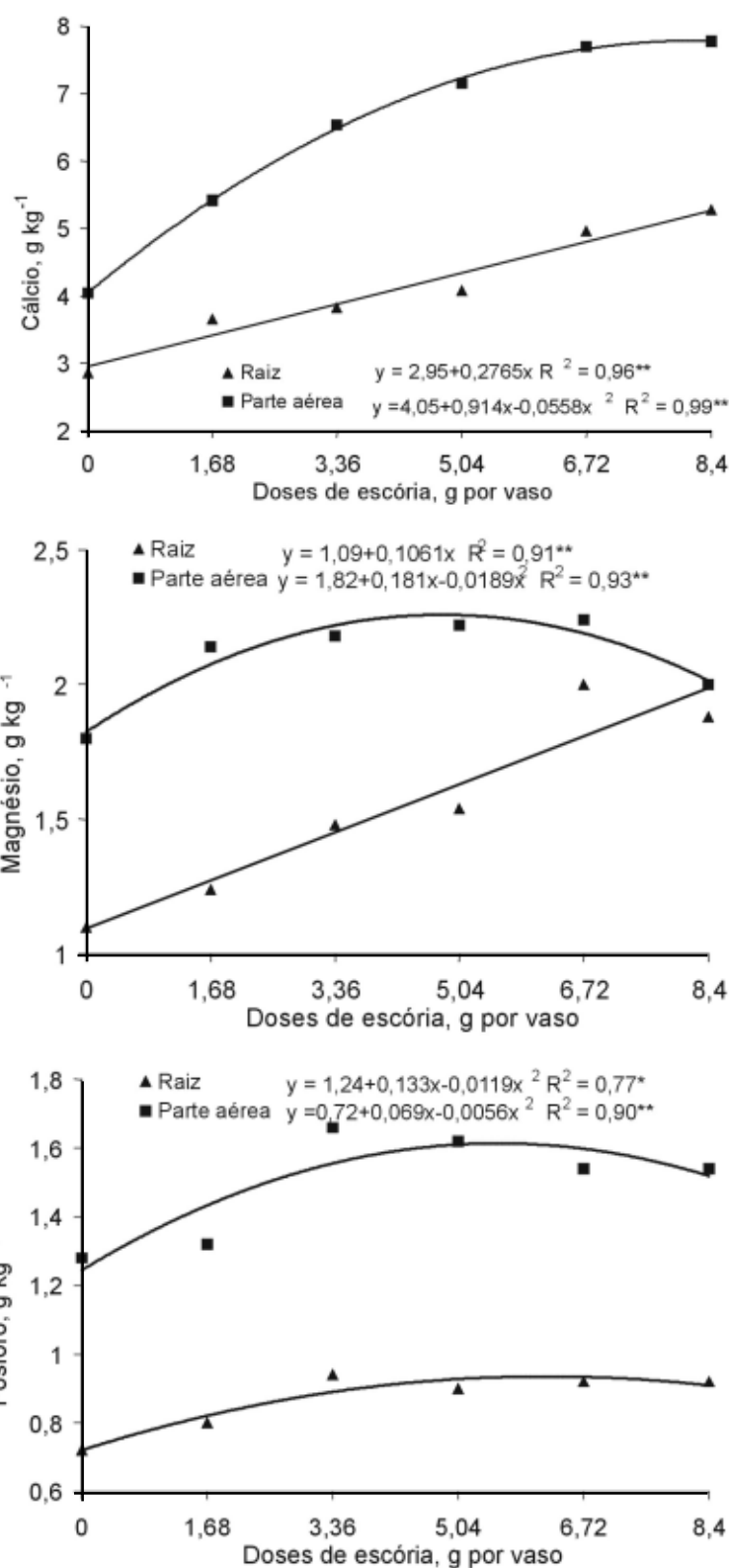


**FIGURA 2-** Efeito da aplicação de doses crescentes de escória de siderurgia no teor de fósforo trocável do substrato proveniente do Argissolo Vermelho-Amarelo. (Cada ponto representa a média de cinco repetições.)

A aplicação de doses crescentes da escória de siderurgia promoveu efeitos significativos lineares no crescimento das mudas de goiabeira quanto à altura, área foliar e número de folhas (Figura 3). Este maior desenvolvimento das mudas advém da melhoria do ambiente radicular com a neutralização da acidez do solo (Figura 1) e o incremento dos teores de Ca, Mg e P nas mudas de goiabeira (Figura 4). Ressalta-se que os incrementos de Ca, Mg e P na planta são explicados pelos respectivos aumentos no solo, discutidos anteriormente.



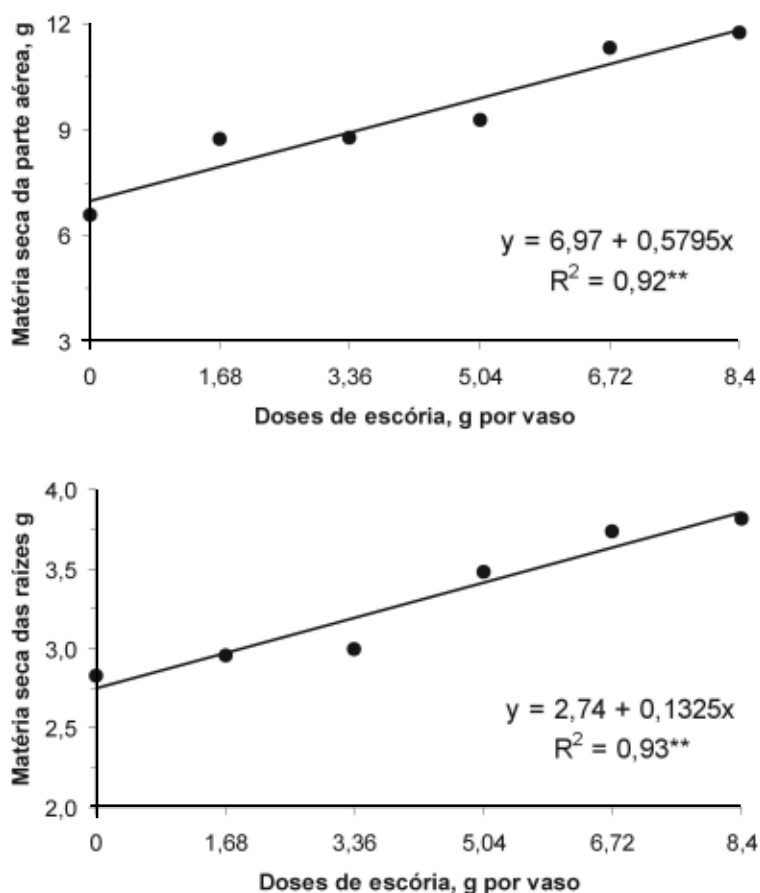
**FIGURA 3-** Efeito da aplicação de doses crescentes de escória de siderurgia na área foliar, altura e número de folha de mudas de goiabeira (Cada ponto representa a média de cinco repetições.)



**FIGURA 4-** Efeito da aplicação de doses crescentes de escória de siderurgia na concentração de Ca, Mg e P da parte aérea e das raízes das mudas de goiabeira. (Cada ponto representa a média de cinco repetições.)

O maior crescimento das mudas resultou em aumento linear da matéria seca da parte aérea e das raízes da goiabeira (Figura 5). Notou-se ainda que o tratamento que apresentou a maior produção de matéria seca, correspondeu à maior dose de escória de siderurgia (8,4 g por vaso de 2,8  $\text{dm}^3$ ) que, por sua vez, apresentou a saturação por bases do solo de 65%. Esse valor é próximo do sugerido por Santos & Quaggio (1996) para a cultura no Estado de São Paulo.

Resultados favoráveis semelhantes da escória de siderurgia na produção de matéria seca foram obtidos por Amaral et al. (1994) na cultura da alface e por Prado & Fernandes (2001b) na cultura da cana-de-açúcar.



**FIGURA 5-** Efeito da aplicação de doses crescentes de escória de siderurgia na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes de mudas de goiabeira. (Cada ponto representa a média de cinco repetições.)

Respostas positivas à aplicação da escória de siderurgia demonstram a sensibilidade das mudas de goiabeira (cv. Paluma) à acidez do solo, indicando, assim, a necessidade desta prática para ótimo desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, corroboram os resultados da literatura, que indicam que a goiabeira na fase inicial não é tolerante ao Al (Salvador et al., 2000), respondendo positivamente à calagem (Natale et al., 2000).

### CONCLUSÕES

- 1) A aplicação de escória de siderurgia elevou os valores de pH, SB, V% e as concentrações de Ca, Mg e P no solo, e reduziu o H+Al.
- 2) Houve aumento significativo na altura, número de folhas e área foliar nas mudas de goiabeira, assim como na concentração de Ca, Mg e P da parte aérea e das raízes das plantas, além do incremento da matéria seca da parte aérea e das raízes, em função de aplicação da escória.
- 3) A escória de siderurgia mostrou-se viável na produção de mudas de goiabeira, como corretivo de acidez do solo e fornecedora de nutrientes, especialmente na maior dose (8,4 g por vaso de 2,8 dm<sup>3</sup>).

### AGRADECIMENTOS

A José Mauro da Silva e João Mateus da Silva, pelo apoio e instalações para a condução do experimento.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARDE, J.C. **Corretivo de acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6).
- AMARAL, A.S.; DEFELIPO, B.V.; COSTA, L.M.; FONTES, M.P.F. Liberação de Zn, Fe, Mn e Cd de quatro corretivos da acidez e absorção por alface em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, p.1351-1358, 1994.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Método de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BRASIL. Portaria nº 344 de 01/07/1977 do Ministério da Agricultura.
- CAMPUS FILHO, M.P. **Processos siderúrgicos**. In: \_\_\_\_\_. Introdução à metalurgia extrativa e siderurgia. Campinas: Fundação de desenvolvimento da Unicamp, 1981. p.122-53.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.
- NATALE, W.; CENTURION, J.F.; KANEGAE, F.P.; CONSOLINI, F.; ANDRIOLI, I. Efeitos da calagem e da adubação fosfatada na produção de mudas de goiabeira. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.75, p.247-261, 2000.
- PICHETH, J.A.T.F. **Viveiros florestais**. Londrina: UEL, 1987. 29p. (Circular, 52).
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito do calcário e da escória de siderurgia na disponibilidade de fósforo no Latossolo Vermelho-Escuro e na Areia Quartzosa. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.74, p.235-242, 1999.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Eficiência da escória de siderurgia em areia quartzosa na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.18, p.36-39, 2000a.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.739-744, 2000b.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Efeito da escória de siderurgia e do calcário na disponibilidade de fósforo em um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1199-1204, 2001a.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Eficiência da escória de siderurgia em Latossolo Vermelho na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.19, p.26-29, 2001b.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Resposta da cana-de-açúcar à aplicação da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.201-209, 2001c.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil**: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67p.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.787-796, 2000.
- SANTOS, R.R.; QUAGGIO, J.A. Goiaba. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p.143. (Boletim Técnico, 100).