



## Escórias de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo em sistema de semeadura direta<sup>(1)</sup>

**Lais Lorena Queiroz Moreira<sup>(2)</sup>; Angélica Cristina Fernandes Deus<sup>(3)</sup>; Leonardo Theodoro Büll<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

<sup>(2)</sup> Doutoranda em agronomia; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências Agrônomicas; Botucatu, São Paulo, [laislorena@fca.unesp.br](mailto:laislorena@fca.unesp.br); <sup>(3)</sup> Professora da Faculdade Eduvale de Avaré, Avaré, São Paulo, <sup>(4)</sup> Professor titular; Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências Agrônomicas; Botucatu, São Paulo.

**RESUMO:** No sistema de semeadura direta o corretivo da acidez precisa ser aplicado na superfície do solo, no entanto o calcário, corretivo mais utilizado apresenta baixa mobilidade no solo, o que mostra a necessidade da busca de novos corretivos que possam aumentar a mobilidade dos componentes de dissolução no perfil do solo, corrigindo camadas mais profundas em um menor intervalo de tempo. O objetivo do estudo foi avaliar a correção da acidez do solo, V% e os teores de Ca e Mg em função da aplicação superficial e incorporada de escórias comparado ao calcário no sistema de semeadura direta. O experimento foi realizado a campo no município de Botucatu num Latossolo Vermelho Distrófico, em blocos ao acaso com parcela subdividida e quatro repetições. Sendo a parcela a forma de aplicação dos corretivos de acidez, superficial e incorporado e as subparcelas, dos materiais corretivos, agrosilício (AG), escória de aciaria (EA), escória de forno de panela (EFP), wollastonita (W), calcário agrícola calcinado (CAC) e calcário agrícola (CA) além de uma testemunha sem aplicação de corretivos. A dose de cada corretivo foi calculada para elevar a saturação por bases do solo a 70%. Após 12 meses da reaplicação dos corretivos, foram coletadas amostras de solo para determinação do pH em  $\text{CaCl}_2$ , Ca, Mg e V%. Todos os corretivos corrigiram a acidez do solo de modo semelhante até a profundidade de 20 cm. Após 12 meses da reaplicação, o modo de aplicação dos corretivos alterou os atributos químicos do solo somente na camada mais superficial.

**Termos de indexação:** silicatos, calagem, plantio direto

### INTRODUÇÃO

Tradicionalmente o corretivo mais utilizado na correção da acidez do solo é o calcário, porém sua utilização no sistema de plantio direto ainda é questionada devido sua baixa mobilidade no solo.

Alguns trabalhos com aplicação superficial de calcário têm demonstrando que a neutralização da acidez se restringe apenas aos primeiros 10 cm

(Alleoni et al., 2005; Corrêa et al., 2008; Gonçalves et al., 2011).

Atualmente existem outros produtos que possuem ações corretivas, dentre eles a escória de siderurgia, um subproduto das indústrias siderúrgicas que possuem como componente neutralizante o silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ) e/ou o silicato de magnésio ( $\text{MgSiO}_3$ ).

Estudos demonstram que o silicato de cálcio é 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio, presente nos calcários (Alcarde, 1992). A maior solubilidade do silicato confere a vantagem de reduzir a acidez do solo mais rapidamente que o calcário, permitindo que os produtos da reação de dissociação apresentem maior mobilidade no solo, inclusive em profundidade (Corrêa et al., 2007).

Entretanto, em alguns casos verifica-se reação mais lenta da escória em comparação ao calcário como observado por Prado & Fernandes (2000) que verificaram que a eficiência da escória baseada no poder de neutralização adotado para o calcário não apresentou comportamento satisfatório para estimar a necessidade de produto para a correção da acidez.

Diante disso, objetivou-se com o presente estudo avaliar a correção da acidez do solo, V% e os teores de Ca e Mg em função da aplicação superficial e incorporada de escórias comparado ao calcário no sistema de semeadura direta.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP/ Campus Botucatu- SP, a 740 m de altitude e coordenadas geográficas: 22°51'15" S e 48°26'30" W em um Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcela subdividida e quatro repetições. A parcela constitui na forma de aplicação dos corretivos da acidez, superficial e incorporada e as subparcelas, dos materiais corretivos, agrosilício (AG), escória de aciaria (EA), escória de forno de



panela (EFP), wollastonita (W), calcário agrícola (CA) e calcário agrícola calcinado (CAC) (tabela 1), além de uma testemunha sem aplicação de corretivos. A dose de cada corretivo foi calculada para elevar a saturação por bases do solo a 70%. A primeira aplicação dos corretivos foi em dezembro de 2010 e a reaplicação em setembro de 2013.

**Tabela 1** – Caracterização dos corretivos de acidez do solo.

Corretivos*	CaO	MgO	RE <sup>(2)</sup>	PN <sup>(3)</sup>	PRNT <sup>(4)</sup>
	-----%-----		%ECaCO <sub>3</sub>		
AG	40,59	11,22	67,30	90	61
EA	34,97	10,22	77,54	85	66
EFP	37,32	5,57	74,69	72	53
W	38,46	5,82	100,00	68	68
CA	25,92	18,16	70,10	79	56
CAC	44,60	19,65	93,18	109	102

\*AG: Agrosilício; EA: escória aciaria; EFP: escória forno de panela; W: wollastonita; CAC: calcário agrícola calcinado; CA: calcário agrícola; <sup>(2)</sup>RE= reatividade, expressa o percentual do corretivo que reage em três meses; <sup>(3)</sup>PN= poder neutralizante, expressa o potencial químico do corretivo, em equivalente de CaCO<sub>3</sub>; PRNT= Poder relativo de neutralização total.

O primeiro cultivo realizado foi com feijão em fevereiro de 2011 e posteriormente a sucessão de aveia preta no inverno e soja no verão. Após 12 meses da reaplicação dos corretivos, foram coletadas amostras de solo para determinação do pH em CaCl<sub>2</sub>, Mg, Ca e V% conforme a metodologia proposta por Raij et al. (2001).

Para tanto, foram coletadas cinco sub amostras por parcela para constituir uma amostra composta nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, utilizando trados tipo sonda. As coletas das amostras de solo foram realizadas em um ponto no centro da linha e três pontos de cada lado de acordo com as recomendações feitas pela CQFS-RS/SC (2004).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH nos tratamentos com a aplicação escórias e calcário foram maiores do que os determinados nos tratamentos sem aplicação dos corretivos, demonstrando a eficiência destes corretivos na correção da acidez.

No presente estudo, as escórias utilizadas não foram mais eficientes que o calcário. No entanto, estudos conduzidos por Castro & Crusciol (2013) e

Corrêa et al. (2007) verificaram um efeito superior das escórias em relação aos calcários na neutralização da acidez em profundidade, observados aos 18 e 27 meses após aplicação superficial das escórias, respectivamente. A divergência dos resultados obtidos no presente estudo com os citados na literatura pode ser atribuída à composição química das escórias, pois, embora os silicatos tenham maior solubilidade, o processo industrial promove a obtenção de vários tipos de escórias com recristalização diferente em função da quantidade de Ca, Mg e do tempo de resfriamento, podendo reduzir sua solubilidade (Pereira et al., 2010). Além disso, a presença de impurezas nas escórias pode influenciar a determinação do PN, superestimando-o, com consequente erro na determinação da dose a ser aplicada para corrigir a acidez do solo (Prado & Fernandes, 2000).

A interação significativa entre os corretivos e o modo de aplicação ocorreu apenas na camada mais superficial 0-5 cm para pH, Ca e SB.

Foi possível observar um aumento significativo na SB em todas as profundidades, quando comparado à testemunha. Não houve diferença entre os calcários e escórias no aumento da SB até a profundidade de 20 cm.

Foi observado um aumento no teor de Ca e Mg em todas as profundidades, sendo os teores de Mg maiores nos tratamentos que foi aplicado calcário, possivelmente em função do maior teor de MgO nos calcários.

## CONCLUSÕES

Calcários e escórias corrigiram a acidez do solo de modo semelhante até a profundidade de 20 cm.

Após 12 meses da reaplicação, o modo de aplicação dos corretivos alterou os atributos químicos do solo somente na camada mais superficial.

## REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C. **Corretivos da acidez do solo: Características e interpretações técnicas**. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS (ANDA), São Paulo - SP, 1992, 62p. (Boletim Técnico 6).

ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A.; CAIRES, E.F. Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.923-934, 2005.



CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. *Geoderma*, v.195–196, p.234-242, 2013.

CORREA, J.C.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C, TECCHIO, M. C. Aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.43, n.9, p.1209-1219, 2008.

CORRÊA, J.C.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; MARCELINO, R.; MAUAD, M. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.42, p.1307-1317, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

GONÇALVES, J.R.P; MOREIRA A.; BÜLL, L.T.; CRUSCIOL, C.A.C.; BOAS, R.L.V. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 33, n. 2, p. 369-375, 2011.

PEREIRA, H.S.; GAMA, A. J. M.; CAMARGO, M. S.; KORNDORFER, G. H. Reatividade de escórias silicatadas da indústria siderúrgica. *Ciênc. agrotec.*, v. 34, n. 2, p. 382-390, 2010.

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*, v.57, p. 739744, 2000.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise Química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

**Tabela 2.** Valores de pH CaCl<sub>2</sub> e V% após 12 meses da reaplicação incorporada e em superfície de agrosilício (AG), escória de aciaria (EA), escória forno de panela (EFP), wollastonita (W), calcário agrícola (CA), calcário agrícola calcinado (CAC) e testemunha (T).

Profundidade (cm)	pH CaCl <sub>2</sub>				V%			
	0 - 05	05 - 10	10 - 20	20 - 40	0 - 05	05 - 10	10 - 20	20 - 40
<b>APLICAÇÃO</b>								
Superficial	5,5 a	4,8	4,6	4,6	66 a	47 b	40	39
Incorporada	5,1 b	5,2	4,8	4,5	56 b	60 a	49	35
F	1252**	8,8 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	20,3*	16,2*	2,5 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>
<b>CORRETIVOS</b>								
AG	5,6 ab	5,4 a	4,9 a	4,7 a	75 a	69 a	57 a	48 a
EA	5,1 b	4,9 a	4,7 a	4,4 ab	61 a	56 a	50 a	35 ab
EFP	5,4 ab	4,9 a	4,7 a	4,6 a	67 a	54 a	48 a	40 a
W	5,3 b	5,0 a	4,7 a	4,6 a	62 a	52 a	40 a	34 ab
CA	5,8 a	5,3 a	4,9 a	4,7 a	74 a	62 a	49 a	42 a
CAC	5,3 b	5,2 a	4,8 a	4,6 a	65 a	61 a	47 a	41 a
T	4,2 c	4,1 b	4,1 b	4,2 b	24 b	20 b	19 b	19 b
F	21,6**	11,6**	6,6**	3,6**	23,4**	14,0**	8,0**	5,5**
A x C	3,6**	0,7 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	3,0*	0,7 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
CV (%) Parcela	0,8	9,8	13,2	9,8	13,3	21,6	45,4	48,1
CV (%) Subparcela	5,9	6,9	5,7	6,2	16,4	22,4	27,2	30,0

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade. ns- não significativo.



**Tabela 3.** Valores de Ca e Mg após 12 meses da reaplicação incorporada e em superfície de agrosílico (AG), escória de aciaria (EA), escória forno de panela (EFP), wollastonita (W), calcário agrícola (CA), calcário agrícola calcinado (CAC) e testemunha (T).

Profundidade (cm)	----- Ca mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				----- Mg mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
	0 - 05	05 - 10	10 - 20	20 - 40	0 - 05	05 - 10	10 - 20	20 - 40
<b>APLICAÇÃO</b>								
Superficial	59 a	38	31	26	16	13	11	11
Incorporada	41 b	44	34	22	14	15	13	9
F	25,3**	6,9 <sup>ns</sup>	0,4 <sup>ns</sup>	2,4 <sup>ns</sup>	1,6 <sup>ns</sup>	4,1 <sup>ns</sup>	2,6 <sup>ns</sup>	0,8 <sup>ns</sup>
<b>CORRETIVOS</b>								
AG	64 a	60 a	48 a	36 a	20 ab	18 ab	16 ab	13 a
EA	54 a	48 ab	44 a	26 ab	13 bcd	11 c	10 bc	07 bc
EFP	58 a	42 ab	35 a	28 ab	14 bcd	12 bc	12 abc	10 abc
W	50 a	42 ab	31 ab	23 bc	11 cd	09 c	07 c	07 bc
CA	51 a	44 ab	28 ab	22 bc	18 abc	23 a	18 a	15 a
CAC	54 a	38 c	28 ab	24 ab	23 a	20 a	17 ab	12 ab
T	17 b	14 d	12 b	11 c	08 d	06 c	06 c	06 c
F	6,0**	9,2**	5,8**	6,8**	8,7**	13,5**	7,5**	6,6**
A x C	1,9 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	1,8 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
CV (%) Parcela	26,0	21,5	41,5	48,0	38,8	24,6	32,2	65,9
CV (%) Subparcela	34,9	31,6	42,4	33,9	33,2	33,6	40,9	34,8

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade. ns- não significativo.