



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

REATIVIDADE DE SILICATOS

Angélica Cristina Fernandes Deus⁽¹⁾; Leonardo Theodoro Büll⁽²⁾ Juliano Corulli Corrêa⁽³⁾, Mariana Ferreira Tranquilino de Souza⁽⁴⁾ & Roberto Lyra Villas Bôas⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura - Bolsista Capes - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu, SP, CEP 18610-307. E-mail: angeldeys@yahoo.com.br

⁽²⁾ Professor Titular Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. Bolsista CNPq

⁽³⁾ Professor Dr. Embrapa Suínos e Aves. BR 153, km 110, Caixa Postal 21, CEP 89700-000 Concórdia (SC).

⁽⁴⁾ Aluna de iniciação científica Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Campus de Botucatu

⁽⁵⁾ Professor Adjunto Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.

Apoio Financeiro: FAPESP

RESUMO – Para os silicatos não há informações suficientes de taxas de reatividade para as frações granulométricas assim, é comum a adesão das taxas de reatividade dos calcários. Tendo em vista a carência de trabalhos neste tema, realizou-se este experimento em casa de vegetação pertencente a Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu (UNESP), com o objetivo de comparar valores de reatividade das frações granulométricas para materiais silicatados (escórias) em três solos de diferentes classes texturais. Utilizou-se seis materiais corretivos: escórias 1, 2 e 3, wollastonita, calcário dolomítico e calcário calcítico os quais foram separados em quatro frações granulométricas, $\phi = 2$ mm; 0,84 mm; 0,30 mm e $<0,30$ mm, exceto a wollastonita que possui apenas a granulometria $<0,30$ mm. A dose aplicada foi determinada em experimento prévio visando calcular a quantidade necessária para elevar o pH de cada solo a 5,5, de acordo com a fração granulométrica de cada corretivo. Após 90 dias de incubação dos tratamentos, realizou-se a leitura de pH CaCl_2 , e com isto calculou-se a eficiência relativa de reatividade para cada fração granulométrica. As taxas de eficiência relativa para a reatividade dos silicatos foram superiores às determinadas pela legislação brasileira para calcário. Para o calcário e a wollastonita os valores foram próximos aos vigentes pela legislação brasileira. A reatividade dos corretivos variou com o solo.

Palavras-chave: escória de aciaria, corretivos de acidez do solo, granulometria.

INTRODUÇÃO

É crescente o interesse em estudar corretivos a base de silicatos, pois além de serem fontes de Ca e Mg podem fornecer micronutrientes e silício ao solo.

A qualidade dos corretivos da acidez do solo indicada pelo poder relativo de neutralização total (PRNT) depende fundamentalmente da eficiência relativa das partículas por classe de granulometria, denominado de reatividade (RE).

Os valores adotados para eficiência relativa das frações granulométricas dos corretivos de acidez foram determinados para materiais à base de carbonatos (calcário), sendo esses valores de 20% de reatividade para partículas entre 2,00 e 0,84 mm, 60% para partículas entre 0,84 e 0,30 mm e de 100% para partículas inferiores a 0,30 mm, lembrando que esses valores representam a porcentagem do corretivo que reagirá no solo dentro de um período de três meses.

Para a comercialização dos silicatos aplica-se a mesma legislação do calcário. No entanto, é importante lembrar que durante processo de fusão e resfriamento pelos quais os resíduos siderúrgicos passam para a obtenção de aço ou ferro, formam-se materiais silicatados com estrutura porosa, o que confere maior superfície específica, atribuindo assim maior velocidade de reação.

Devido à maior quantidade de poros nos silicatos, conferindo maior velocidade de dissolução de suas partículas, os valores de eficiência relativa utilizados no calcário tornam-se inadequados para avaliar a eficiência relativa de reatividade dos silicatos, podendo levar a erros, como subestimar a capacidade de neutralização desses materiais e, conseqüentemente, superestimar a quantidade a ser utilizada para correção da acidez do solo.

Tendo em vista a carência de trabalhos visando à reatividade das frações granulométricas de silicatos e o comportamento diferencial em função dos tipos de solo, o trabalho foi realizado com o objetivo de comparar valores de reatividade das frações granulométricas para materiais silicatados em três solos de diferentes classes texturais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agronômicas/Unesp campus de Botucatu. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x4. Os tratamentos foram seis fontes de corretivos, sendo três escórias de aciaria: escória 1 (Mannesmann), escória 2 (silifertil), escória 3 (Recmix), wollastonita (J. Reminas Mineração), calcário dolomítico e calcário calcítico, separados em quatro frações granulométricas ABNT nº 10 ($\varnothing = 2$ mm), ABNT nº 20 ($\varnothing = 0,84$ mm), ABNT nº 50 ($\varnothing = 0,30$ mm) e fundo ($\varnothing < 0,30$ mm), exceto a wollastonita que possui apenas a fração granulométrica $< 0,30$ mm. Os tratamentos foram empregados em três solos: Latossolo Vermelho distrófico textura franco arenosa (LVd), Neossolo Quartzarênico (NQ) e Nitossolo Vermelho eutrófico (NVe) (Tabela 1).

As doses foram determinadas por meio de um experimento prévio através do qual determinou-se quantidades equivalentes de óxidos de cálcio e magnésio necessárias para elevar o pH CaCl_2 dos solos a 5,5, para cada fração granulométrica dos corretivos. Desta maneira, aplicou-se doses equivalentes em CaCO_3 e CaSiO_3 para os corretivos, tendo como fonte de variação apenas o tamanho das partículas.

As unidades experimentais constituíram de recipientes plásticos, as quais receberam 1 kg de solo e a quantidade de corretivo necessária para elevar o pH CaCl_2 a 5,5. A umidade dos solos foi mantida próxima a 70 % da capacidade de campo.

Aos 90 dias de incubação realizou-se amostragens dos solos para a determinação de pH em CaCl_2 (Raij et al., 2001). Considerando a variação dos valores de pH avaliou-se a eficiência relativa de reatividade das frações granulométricas dos corretivos. Tomou-se como referência o incremento promovido no pH de cada solo pelo calcário dolomítico na fração granulométrica $< 0,30$ mm em relação ao pH inicial dos solos. Este acréscimo foi considerado 100%, e assim pode-se obter o acréscimo das demais frações granulométricas e dos demais corretivos.

Com os valores de eficiência relativa de cada fração granulométrica de acordo com o corretivo fez-se uma média para os solos. A partir desta média calculou-se a reatividade (RE) dos corretivos em

função de suas composições granulométricas (Tabela 3) através da expressão:

$$\% \text{ER}_{\text{corretivo}} = F_1 \times \frac{\text{Er}_1}{100} + F_2 \times \frac{\text{Er}_2}{100} + \dots + F_n \times \frac{\text{Er}_n}{100}$$

Onde: $F_1, F_2, \dots, F_n$ = percentual das diversas frações granulométricas.

$\text{Er}_1, \text{Er}_2, \dots, \text{Er}_n$ = eficiência relativa percentual das respectivas frações granulométricas.

Em seguida calculou-se o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) para cada material corretivo, utilizando a seguinte expressão:

$$\text{PRNT} = \frac{\text{PN} \times \% \text{ER}}{100}$$

Sendo: PN = Poder de Neutralização, determinado em laboratório.

% ER = eficiência relativa percentual em função da granulometria.

Os valores de pH foram submetidos à análise de variância (teste F), e quando houve diferença significativa tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% utilizando o programa Sisvar 4,2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se em todos os solos que os silicatos não diferiram na alteração de pH nas frações $< 0,30$, 0,30 e 0,84 mm; já na fração de 2,0 mm estes corretivos diferiram entre si, e os resultados variaram com o solo (Tabela 2).

Analisando os solos, observa-se que o NQ atingiu valores de pH mais elevados, chegando ao pH 7,0 com a aplicação da escória 2 granulometria 0,30 mm e escória 3 na granulometria 0,84 mm. A maior reatividade neste solo foi observada para todos os corretivos, e pode ser atribuída aos menores teores de matéria orgânica e de argila (Tabela 1), uma vez que essas características condicionam baixa CTC e, por conseqüente menor poder tampão do solo o que fizeram com que os tratamentos aumentassem rapidamente o pH deste solo.

De modo geral, os maiores valores de pH foram obtidos com os silicatos (Tabela 2).

A eficiência relativa das frações granulométricas dos corretivos variou em função dos corretivos (Tabela 2). Para um mesmo corretivo verificou-se grande mudança na eficiência relativa de suas frações granulométricas em função do solo, por isso considera-se de fundamental importância o estudo em solos com características químicas e físicas distintas, a fim de se obter uma média adequada para estimar a taxa de reatividade das partículas dos corretivos. Para o LVd o aumento na eficiência relativa de reatividade das frações granulométricas, exceto para a escória 2 ocorreu com a diminuição do tamanho das partículas (Tabela 2).

O mesmo fato não ocorreu para o NVe e NQ, nestes solos a eficiência relativa das frações

granulométricas dos corretivos foi bem superior à obtida para o LVd. Para o NVe e NQ observou-se maior eficiência relativa das frações granulométricas de 0,30 mm e 0,84 mm em relação às demais frações para alguns corretivos. Ainda teve-se a escória 3 para o NVe que na granulometria 2,0 mm teve maior eficiência relativa que as demais frações granulométricas.

Independente do solo analisado verifica-se que a eficiência relativa de reatividade das frações granulométricas dos silicatos foi superior a do calcário, principalmente para as partículas de maior tamanho. Estes resultados mostraram-se discordantes dos obtidos por Prado et al. (2004) que encontraram taxas de reatividade para a escória próximas às vigentes pela legislação brasileira para calcários.

A divergência entre os resultados deve-se a composição química das escórias, que é influenciada pela variação na composição química do minério de ferro utilizado como matéria prima em uma indústria siderúrgica, além do tipo de refratário usado nas paredes do forno e a forma de resfriamento do material no momento de saída do forno (PRADO et al., 2001). Estas características podem relacionar-se com a solubilidade dos seus compostos quando adicionado ao solo e conseqüentemente influenciar a reatividade do material.

Verifica-se semelhança entre os calcários que tiveram com a diminuição das partículas a eficiência relativa aumentada, isto é explicado pela baixa solubilidade do calcário que faz com que a velocidade de neutralização da acidez dependa da área de contato entre o corretivo e o solo. Quanto menor a granulometria do calcário mais rápida é a reação de neutralização (VERLENGIA e GARGANTINI, 1972).

Já para os silicatos o resultado foi bem diferente. Para as escórias 2 e 3 o maior valor de eficiência relativa foi obtido com a granulometria 0,84 mm, seguido da granulometria 0,30 mm. A escória 3 teve a maior eficiência relativa com a granulometria 0,84 mm, sendo que a granulometria < 0,30 mm teve eficiência relativa menor que as demais granulometrias. No caso dos silicatos pode-se inferir que outros fatores contribuíram para aumentar a velocidade de neutralização da acidez, além do tamanho das partículas que favorecem a área de contato corretivo/solo. Supõe-se que a presença de poros nestes materiais permitiu a entrada de água, conferindo maior velocidade de dissolução, assim, as partículas de maior dimensão tiveram seu

tamanho reduzido com conseqüente aumento na superfície específica e, portanto, da ação corretiva no solo.

Dentre os corretivos, os silicatos apresentaram as maiores taxas de eficiência relativa em todas as frações granulométricas. Para todos os corretivos os valores de eficiência das partículas foram superiores às determinadas pela legislação brasileira. Porém foi para os silicatos que se verificou maior diferença entre as taxas calculadas e as taxas determinadas pela legislação brasileira (Tabela 3).

Os maiores valores de reatividade das frações granulométricas dos silicatos levou a maiores valores de PRNT experimental (Tabela 3).

CONCLUSÕES

As taxas de eficiência relativa para a reatividade dos silicatos foram superiores às determinadas pela legislação brasileira, sendo as frações granulométricas das escórias 2 e 3 as que apresentaram os maiores valores de eficiência relativa.

Para a wollastonita o método da incubação empregado neste experimento não diferiu do método oficial para calcários. Entretanto para os demais silicatos os métodos diferiram, podendo-se inferir que, para os silicatos, o método não deve ser o mesmo que o dos calcários.

A reatividade dos corretivos variou com a classe do solo.

REFERÊNCIAS

- 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. 68p.
- PRADO, R.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.
- 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.
- VERLENGIA, F. & GARGANTINI, H. Estudo sobre a eficiência de diferentes frações granulométricas de calcário no solo. **Bragantia**, 31: 119-128, 1972.

Tabela 1. Análise química e granulométrica inicial dos solos.

	P	MO	pH	K ⁺	Ca	Mg	(H + Al)	SB	CTC	V	Argila	Areia	Silte
Solos	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----	mmolc dm ⁻³					%	-----	g kg ⁻¹ -----	

LVd	3	14	4,1	0,4	8	1	69	9	79	12	274	669	57
NVe	4	18	4,1	0,6	7	1	71	9	80	11	607	169	224
NQ	5	9	4,4	0,8	20	6	22	27	49	55	126	836	38

LVd: Latossolo Vermelho distrófico; NQ: Neossolo Quartzarênico; NVe: Nitossolo Vermelho eutrófico.

Tabela 2. Valores de pH e eficiência relativa (ER) de reatividade das frações granulométricas dos materiais corretivos de acidez do solo, obtidos após 90 dias de incubação.

Letras maiúsculas correspondem às comparações entre as granulometrias para o mesmo corretivo de acidez do solo pelo teste de Tukey com nível de significância ($\bullet$) 0,05. Letras minúsculas correspondem às comparações entre os corretivos de acidez do solo dentro da mesma granulometria pelo teste de Tukey com nível de significância ($\bullet$) 0,05.

Solos	Corretivos	Granulometrias (mm)							
		< 0,30	0,30	0,84	2,0	< 0,30	0,30	0,84	2,0
		pH				ER (%)			
(LVd)	Escória 1	5,9 aA	5,7 abA	5,3 cB	4,6 cC	100	89	67	28
	Escória 2	5,9 aAB	5,7 abB	6,0 aA	5,8 aAC	100	89	106	94
	Escória 3	6,1 aA	6,0 aAB	5,8 abB	5,4 bC	111	106	94	72
	Wollastonita	5,6 c	----	---	---	83	---	---	---
	Calcário Calcítico	5,9 aA	5,5 bB	4,8 cC	4,2 dD	100	83	78	17
	Calcário Dolomítico	5,9 aA	5,6 bB	5,5 bcB	4,4 cdC	100	78	39	6
CV %		5,3							
NVe	Escória 1	6,0 aB	6,5 aA	6,7 aA	5,1 cC	106	133	144	56
	Escória 2	5,8 aB	5,4 cB	6,6 aA	5,7 bB	94	72	139	89
	Escória 3	6,0 aC	6,2 abBC	6,4 aAB	6,8 aA	106	117	128	150
	Wollastonita	6,0 a	---	---	---	106	---	---	---
	Calcário Calcítico	6,1 aA	5,9 bB	5,6 bC	4,6 dD	100	100	83	22
	Calcário Dolomítico	5,9 aA	5,9 bA	5,6 bA	4,5 dB	111	100	83	28
CV %		3,8							
NQ	Escória 1	6,4 aB	6,8 abA	6,5 abAB	4,5 dC	133	147	140	7
	Escória 2	5,9 aB	7,0 aA	6,5 aAB	6,0 abB	100	180	140	107
	Escória 3	6,2 aB	6,0 bcB	7,0 abA	6,3 aB	120	133	173	133
	Wollastonita		---	----	----	120	---	---	---
	Calcário Calcítico	5,9 aA	5,8 cA	5,8 bA	5,0 cdB	100	113	120	60
	Calcário Dolomítico	5,9 aA	6,0 bcA	6,0 bA	5,3 bcB	100	107	87	53
CV %		4,7							

Tabela 3. Análises químicas, físicas e PRNT experimental dos corretivos de acidez do solo.

Características	Escória 1	Escória 2	Escória 3	Wollastonita	Calcário dolomítico	Calcário Calcítico
Umidade	0,90	1,50	3,13	0,04	0,15	0,04
CaO	36,40	40,60	47,00	43,00	47,80	58,90
MgO	14,40	11,80	10,50	2,92	14,50	5,00
peneira n° 10	99,92	100,00	91,65	100,00	99,93	99,91
peneira n° 20	81,73	86,90	79,16	100,00	98,06	98,81
peneira n° 50	51,46	56,67	55,66	96,23	83,15	86,91
PN	71,00	78,00	87,00	60,00	105,00	96,00
RE	73,26	77,43	72,26	59,00	92,47	94,27
PRNT Laboratório	52,00	60,00	63,00	59,00	97,00	90,00
RE experimental	116,7	106,80	116,60	103,00	99,70	102,5
PRNT Experimental	82,9	83,30	101,40	61,80	104,70	98,4

PN: Poder de Neutralização; RE: Reatividade; PRNT: Poder Relativo de Neutralização Total.