

ESCÓRIAS DE SIDERURGIA COMO CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO.

II. TRABALHOS EM CASA DE VEGETAÇÃO¹

VICTOR GONÇALVES BAHIA²

RESUMO - São apresentados os resultados obtidos em ensaios de competição entre materiais corretivos, com granulometria diferente (escórias de siderurgia x calcário dolomítico), conduzidos em vasos, em casa de vegetação, utilizando-se como planta-teste o milho (*Zea mays*, L.), híbrido HMD-7974, cortado 45 dias após a germinação. Foram comparadas as escórias Extramil, Progresso e calcário dolomítico para os Latossolos Vermelho-Escuro, de textura média e argilosa, e um Vermelho-Amarelo de textura argilosa; e para os solos de várzea Aluvial e Gley Húmico, as escórias Extramil, Progresso, Usita e Itatiaia, todos tendo como testemunha um tratamento que recebeu apenas a adubação básica NPK. A quantidade de calcário foi determinada de acordo com a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, e os materiais ficaram incubados por períodos variáveis de 15, 30, 60 e 90 dias, de acordo com a granulometria. Os resultados evidenciam que todos os materiais utilizados atuaram favoravelmente sobre a produção de matéria seca, e que as escórias que passaram 100% na peneira com malhas menores que 0,297 mm de diâmetro e maiores que 0,149 mm de diâmetro tiveram comportamento igual ou superior ao do calcário dolomítico, porém, as peneiras mais finas, malhas inferiores a 0,149 mm de diâmetro, apresentaram uma produção menor. Dentre as escórias, destacou-se a Extramil.

Termos para indexação: *Zea mays*, calcário dolomítico, calagem, solos de várzea.

IRON SCORIA AS CORRECTIVES OF SOIL ACIDITY.

II. GREENHOUSE EXPERIMENTS

ABSTRACT - The data concerning the obtained results from competition experiments among ameliorating material having different particle-sizes (iron scoria versus dolomitic limestones) are presented. The experiments were performed in greenhouse, with corn (*Zea mays*, L.) hybrid HMD-7974 as the test plant, which was cut at 45 days after germination. The following residues were compared: Extramil, Progresso and dolomitic limestone, using medium texture Dark Red Latosol, clayey Dark Red Latosol and clayey Red Yellow Latosol; Extramil, Progresso, Usita and Itatiaia, using alluvial soil and Low Humic Gley; in all the cases the test plot received only the basic NPK fertilization. The liming necessity was estimated according to the Committee on Soil Fertility, and the materials were incubated for periods of 15, 30, 60 and 90 days, as a function of particle-size. The results show that every material used had good performance on the production of dry matter and that the residues which passed 100% in the sieve smaller than 0,297 mm in diameter and bigger than 0,149 mm in diameter had equal or superior behavior in comparison with the dolomitic limestone, whereas the materials which passed in sieves smaller than 0,149 mm in diameter presented smaller production. Among the residues, Extramil seems to be the best one.

Index terms: *Zea mays*, liming, dolomitic limestones, lowland soil.

INTRODUÇÃO

Na correção da acidez do solo são empregados, comumente, os denominados calcários ou pós-calcários, obtidos através da moagem de rochas constituídas essencialmente de carbonatos de cálcio e/ou magnésio, em proporções variadas.

Em razão da sua utilização largamente difundida, a maioria das pesquisas relacionadas à prática da calagem tem estudado os calcários nos seus vários aspectos (Beacher et al. 1952, Mayer & Volk 1952 e Margan & Salter 1923).

A tendência atual, todavia, é a de se tornar cada vez mais difícil e onerosa para o agricultor a obtenção de calcário. Segundo Guimarães (1958), nenhuma indústria que possa utilizar sua matéria-prima, de reserva limitada, em setores lucrativos, como fabricação de cimento, de cal, de pedrisco para mármore artificial, de vidro e ferro, irá dedicar-se à produção de corretivo de acidez, onde a margem de lucro é baixa.

¹ Aceito para publicação em 21 de outubro de 1988. Trabalho financiado pelo Banco do Brasil S/A. - FIEPEC, dentro do projeto "Materiais Corretivos e Correção da Acidez de Solos sob Cerrado".

² Eng. - Agr., Dr., Prof. - Titular do Dep. de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

Segundo Wutke & Gargantini (1962), as escórias de siderurgia, quer as produzidas nos altos fornos a coque, quer as originárias da produção do aço pelo processo Martin-Siemens básico, são materiais que reúnem condições para eventualmente poderem substituir os corretivos usuais na prática da calagem. Visando esta possibilidade, desde 1916 vêm sendo conduzidos trabalhos experimentais nos Estados Unidos. De acordo com Whittaker (1955), os resultados dos primeiros ensaios freqüentemente se mostram contraditórios, acabando por retardarem a aceitação do uso das escórias pelos agricultores. Segundo o mesmo autor, trabalhos posteriores desenvolvidos nos Estados Unidos e Canadá evidenciaram, todos, que a ação das escórias foi tão eficiente quanto a dos calcários usados como termo de comparação.

No Brasil, até há pouco, não havia motivação suficiente para despertar o interesse pela utilização das escórias na agricultura, tendo em vista seu uso para outros fins. Porém, com a ampliação do nosso parque siderúrgico, e na eventualidade de problemas maiores na aquisição de calcário para a correção da acidez, ganha destaque a conveniência de se cuidar da possibilidade de utilização desses resíduos. Neste sentido, foram realizados ensaios de campo por Gomes et al. (1962) em solos de várzea do Vale do Paraíba, e por Wutke & Gargantini (1962), em casa de vegetação. Com a mesma finalidade foi realizado este experimento em vasos, no Departamento de Ciência do Solo, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, e os resultados são apresentados neste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de solos coletadas na camada superficial (0 cm - 20 cm) em áreas representativas de

cerrado e classificadas como: Latossolos Vermelho-Amarelo, textura argilosa (LAR), Vermelho-Escuro, textura argilosa (LER), Vermelho-Escuro, textura média (LEm) e localizados nos municípios mineiros de São Gotardo, Felixlândia e Uberaba, respectivamente, e amostras de solos de várzeas, classificados como Aluvial (AL) e Gley Húmico (GH), provenientes de Careaçú, MG.

Os solos foram secados ao ar e depois passados através de uma peneira de 2 mm de malha (TFSA), homogeneizados e colocados em vasos de plástico com capacidade de 4,0 kg. Uma amostra de cada foi retirada e analisada. Os resultados se encontram na Tabela 1.

A calagem foi feita utilizando-se as escórias Extramul, Progresso, Usita e Itatiaia, que apresentaram um poder neutralizante médio de 76%, e um calcário dolomítico com poder neutralizante de 87%. Tanto as escórias como o calcário foram utilizados com quatro granulometrias diferentes, observados os seguintes limites: partículas menores que 0,841 mm de diâmetro e maiores que 0,297 mm de diâmetro; partículas menores que 0,297 mm de diâmetro e maiores que 0,149 mm de diâmetro; partículas menores que 0,149 mm de diâmetro e maiores que 0,105 mm de diâmetro, e partículas menores que 0,105 mm de diâmetro. As quantidades de corretivo foram calculadas com base nos teores de Al^{+++} x 2, somados com a diferença 2 menos o teor de $Ca^{++} + Mg^{++}$, no solo, o que daria para os Latossolos 2,6 ton/ha; 6,0 ton/ha para o Gley Húmico e 7,0 ton/ha para o Aluvial, considerando-se um calcário com 100% de PRNT. As doses dos materiais aplicados foram calculadas de modo a fornecer o equivalente aos resultados encontrados, considerando o poder neutralizante de cada fonte. Essas doses foram misturadas aos solos dos vasos, permanecendo incubadas por períodos variáveis de 90, 60, 30 e 15 dias, correspondendo, cada período, respectivamente, às frações anteriormente citadas, onde, através de pesagens em dias alternados e adição de água destilada, matinha-se o teor de umidade em 60% de sua porosidade total. Depois da incubação, foi feita a adubação básica na base de 30 - 90 - 60 kg/ha dos elementos, seguindo-se as recomendações de Comissão Estadual de Fertilidade do Solo.

Como planta-teste, utilizou-se o milho (*Zea mays*, L.) híbrido HMD-7974, colocando-se sete sementes/vaso e debastando-se, depois, para quatro plantas, quinze

TABELA 1. Resultados das análises de solo. Média de três repetições.

Marca da amostra	Al^{+++}	$Ca^{++} + Mg^{++}$	K^+	P	pH (1:2,5)	Densidade real (g/cm^3)	Densidade aparente (g/cm^3)
	mE/100 cc		ppm				
LEm	0,6	0,6	49	2	4,6	2,8	1,5
LAr	0,5	0,4	55	1	4,5	2,7	1,0
LEr	1,0	1,3	59	2	4,6	2,7	1,0
GH	3,0	2,6	58	6	4,7	2,3	0,8
AL	3,0	1,0	40	4	5,0	2,5	1,0

dias após a germinação. Na oportunidade, foram aplicados 100 ml de solução nutritiva por vaso (Hoagland & Arnon 1950). Os cultivos foram realizados em casa de vegetação, em duas etapas, a primeira envolvendo os latossolos, e a segunda, os outros dois. O corte da parte aérea bem rente ao solo foi realizado 45 dias após a germinação. O material foi colocado em sacos de papel etiquetados e levados à estufa para secagem (65°C), e, posteriormente pesados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se em conjunto os resultados obtidos, apresentados nas Tabelas 2 a 11, verifica-se, inicialmente, que em todos os tratamentos onde foram empregados materiais corretivos de acidez houve melhor resposta em produção de matéria seca, independentemente do material utilizado, exceto para o Latossolo Vermelho-Escuro textura média (LEm). O comportamento dos materiais, todavia, se mostrou variável, de acordo com os solos.

Para os Latossolos, as melhores produções obtidas foram para os materiais que passaram nas peneiras com malhas maiores que 0,149 mm de diâmetro e menores que 0,841 mm de diâmetro. As peneiras com malhas mais finas, inferiores a 0,149 mm de diâmetro, tiveram uma produção menor, possivelmente por influência da mineralogia do solo, podendo-se questionar também sobre a vantagem dos calcários micropulverizados.

As escórias Extramil e Progresso tiveram bom comportamento, principalmente a primeira, chegando, em muitos casos, a produzir mais que o calcário dolomítico. Pode-se inferir, ainda, que a alta superfície específica dos materiais tenha condicionado um comportamento físico-químico de adsorção maior do que a solubilização química.

No solo Aluvial, embora os materiais passados nas peneiras com malhas inferiores a 0,105 mm de diâmetro tenham dado melhor resultado, foram, contudo, estatisticamente iguais aos passados nas peneiras com malhas menores que 0,297 e maiores que 0,149 mm de diâmetro; e, mais uma vez, as escórias Extramil e Progresso tiveram comportamento melhor que as outras. Já no solo Gley Húmico, os materiais tiveram o mesmo comportamento, havendo diferenças apenas nos tratamentos em relação à testemunha, possivelmente em função de seu teor de matéria orgânica.

Tendo em vista a inexistência de trabalhos visando granulometrias de escórias e o comportamento diferencial em função dos tipos de solo, outros estudos abordando o aspecto de mineralogia poderão dizer do acerto da generalização, e enquadrar em limites mais precisos os fenômenos relacionados com a prática de calagem, pois estes materiais apresentaram resultados favoráveis a sua utilização. Resultados semelhantes foram obtidos por Gomes et al. (1962) e Wutke & Gargantini (1962), sem, contudo, se considerar o tamanho das partículas das escórias.

TABELA 2. Teste de médias para produção de matéria seca (g/vaso em função do tamanho das partículas e fontes, Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa (LAR), São Gotardo, MG.

Fontes	Tamanho das partículas em mm de diâmetro				Média
	< 0,841 > 0,297	< 0,297 > 0,149	< 0,149 > 0,105	< 0,105	
Calcário dolomítico	23,08	35,17	14,20	12,03	21,12
Extramil	28,17	38,16	9,48	15,12	22,73
Siderúrgica Progresso	22,57	34,66	9,61	10,40	19,31
Médias	24,61	36,00	11,10	12,52	21,05
(Materiais) DMS _{5%} = 2,31 (P:M) DMS _{5%} = 5,12 ↓			(Peneiras) DMS _{5%} = 2,95 (M:P) DMS _{5%} = 4,62 →		

TABELA 3. Teste de médias para produção de matéria seca (g/vaso) em função da testemunha e fatores, em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa (LAr). São Gotardo, MG.

Testemunha	Fatores
5,90 α	21,05 β

TABELA 4. Teste de médias para produção de matéria seca (g/vaso) em função do tamanho das partículas e fontes em Latossolo Vermelho-Escuro, textura média (LEm). Uberaba, MG.

Fontes	Tamanho das partículas em mm de diâmetro				Média
	< 0,841 > 0,297	< 0,297 > 0,149	< 0,149 > 0,105	< 0,105	
Calcário dolomítico	37,69	43,63	21,58	25,28	32,04
Extramil	36,15	42,06	33,39	31,97	35,89
Siderúrgica Progresso	38,30	44,26	16,52	30,24	32,33
Médias	37,38	43,32	23,83	29,16	33,42
(Materiais) DMS _{5%} = 3,46 (P:M) DMS _{5%} = 6,00 ↓			(Peneiras) DMS _{5%} = 4,42 (M:P) DMS _{5%} = 7,66 →		

TABELA 5. Teste de médias para produção de matéria seca em função da testemunha e fatores, em Latossolo Vermelho-Escuro, textura média (LEm). Uberaba, MG.

Testemunha	Fatores
30,44	33,42

TABELA 6. Teste de médias para produção de matéria seca (g/vaso) em função do tamanho das partículas e fonte, em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa (LEr). Felixlândia, MG.

Fontes	Tamanho das partículas em mm de diâmetro				Média
	< 0,841 > 0,297	< 0,297 > 0,149	< 0,149 > 0,105	< 0,105	
Calcário dolomítico	31,58	39,00	14,34	18,05	25,74
Extramil	31,87	39,52	16,13	16,13	26,01
Siderúrgica Progresso	29,72	37,21	12,21	16,76	23,98
Médias	31,05	38,58	14,23	17,11	25,24
	(Peneiras) DMS _{5%} = 3,00				

TABELA 7. Teste de médias para produção de matéria seca em função da testemunha e fatores, em Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa (LEr). Felixlândia, MG.

Testemunha	Fatores
20,10 β	25,24 α

TABELA 8. Teste de médias para produção de matéria seca (g/vaso) em função do tamanho das partículas e fonte, solo Gley Húmico.

Fontes	Tamanho das partículas em mm de diâmetro				Média
	< 0,841 > 0,297	< 0,297 > 0,149	< 0,149 > 0,105	< 0,105	
Usita	32,93	35,05	25,22	36,31	32,38
Itatiaia	39,27	39,95	32,03	41,86	38,28
Extramil	37,33	39,38	33,34	42,46	38,13
Siderúrgica Progresso	40,10	36,34	29,04	34,68	35,04
Médias	37,41	37,68	29,91	38,83	35,96
DMS _{5%} = 7,70					

TABELA 9. Teste de médias para produção de matéria seca em função da testemunha e fatores, em solo Gley Húmico.

Testemunha	Fatores
11,06 β	35,96 α

TABELA 10. Teste de médias para produção de matéria seca (g/vaso) em função do tamanho das partículas e fonte, em solo aluvial.

Fontes	Tamanho das partículas em mm de diâmetro				Média
	< 0,841 > 0,297	< 0,297 > 0,149	< 0,149 > 0,105	< 0,105	
Usita	16,00	24,55	17,71	31,16	22,36
Itatiaia	16,84	31,53	18,08	28,34	23,70
Extramil	22,44	41,56	39,54	44,60	37,03
Siderúrgica Progresso	23,26	32,47	34,31	39,56	32,40
Média	19,63	32,53	27,41	35,92	28,87
DMS _{5%} = 9,06 (Interações)					
DMS _{5%} = 4,53 (P e M)					

TABELA 11. Teste de médias para produção de matéria seca em função da testemunha e fatores, solo aluvial.

Testemunha	Fatores
3,83 β	28,87 α

CONCLUSÕES

1. Todos os materiais corretivos utilizados atuaram favoravelmente sobre a produção de matéria seca do milho.

2. As escórias que passaram 100% na peneira com malhas menores que 0,297 mm e maiores que 0,149 mm de diâmetro tiveram comportamento melhor ou igual ao do calcário dolomítico. Os materiais com granulometria mais fina não apresentaram boa produção.

3. Dentre as escórias estudadas, destacou-se principalmente a Extramil. Porém, para a sua comercialização, terá de ser enquadrada nas especificações legais que regem o assunto.

REFERÊNCIAS

- BEACHER, R.L.; LONGENECKER, D.; MERKLE, F.G. Influence of form, fineness and amount of limestone on plant development and certain soil characteristics. *Soil Sci.*, 73: 75-82, 1952.
- GOMES, A.G.; GARGANTINI, H.; GUIMARÃES, G.; WUTKE, A.C.P. Competição entre materiais corretivos (escórias de siderurgia x calcário) em solos de várzea do Vale do Paraíba. *Bragantia*, 21:777-93, 1962.
- GUIMARÃES, J.E.P. Problemas técnicos e econômicos da indústria e do consumo de corretivo de acidez no Estado de São Paulo. São Paulo. Diretoria de Publicidade Agrícola da Secretaria de Agricultura, 1958. 33p.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. California, s. ed., 1950. (Calif. Agric. Exp. Stn. Bull, 147)
- MEYER, T.A. & VOLK, G.W. Effect of particle size of limestones on soil reaction, exchangeable cations and plant growth. *Soil Sci.*, 73:37-52, 1952.
- MARGAN, M.F. & SALTER, R.M. Solubility of limestones or related to their physical properties. *Soil Sci.*, 15:293-305, 1923.
- WHITTAKER, C.W. Blast furnace slag in agriculture. *Pit and Quarry*, 139-150. September, 1955.
- WUTKE, A.C.P. & GARGANTINI, H. Avaliação das possibilidades de escórias de siderurgia como corretivos da acidez do solo. *Bragantia*, 21:795-805, 1962.