

USO DE SAIS DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E SÓDIO COMO CORRETIVOS DO SOLO. I. EFEITO SOBRE  
ALGUMAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS SOLOS  
Calcium, Magnesium and Sodium Salt Use for Liming Soils. I. Effect on Soil  
Chemistry Properties

Evandir Godóy de Castilhos\*, Hardi René Bartz\*\*, João Kaminski\*\* e Leonidas  
Ferreira Simões Pires\*\*\*

RESUMO

Em casa de vegetação, utilizaram-se cinco solos - Santa Maria (Umbraqualf), Irani (Haplumbrept), Durox (Haplohumox), Estação (Paleudult) e Passo Fundo (Haplorthox) - observou-se a influência de misturas de carbonato de cálcio + carbonato de magnésio, sulfato de cálcio + sulfato de magnésio na relação molar 3:1 e carbonato de sódio adicionados nas quantidades equivalentes em carbonato de cálcio para elevação do pH até 6,0 e teor de alumínio trocável x 1,5, sobre os teores de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis e o pH do solo.

Os carbonatos elevaram o pH dos solos e os sulfatos não o alteraram significativamente. Os teores de cálcio foram aumentados somente quando se adicionou carbonatos de cálcio e magnésio. Os sulfatos aumentaram consideravelmente os teores de magnésio nos solos e alteraram muito pouco o teor de cálcio. O alumínio trocável foi reduzido, mas não eliminado, quando se adicionou carbonatos a sulfatos baseados no teor de alumínio existente no solo.

SUMMARY

This work was carried out in greenhouse using five soils - Santa Maria (Umbraqualf), Irani (Haplumbrept), Durox (Haplohumox), Estação (Paleudult) and Passo Fundo (Haplorthox) - for studying the effect of calcium carbonate + magnesium carbonate and gypsum + marl in 3:1 molar mixture, and sodium carbonate used as liming soils to pH 6,0 or based in exchangeable aluminium (Al x 1,5), on soils pH and exchangeable calcium, magnesium and aluminium.

Only the carbonates rise the pH and calcium levels, but the sulfates rise only exchangeable magnesium. The aluminium decrease, but not eliminated, by adding sulfate, and carbonate based in Al x 1,5.

---

\* Engenheiro Agrônomo, M.S., EMPASC, Chapecó, SC.

\*\* Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, RS.

\*\*\* Engenheiro Agrônomo. Banco do Brasil, Guarabira, Paraíba.

## INTRODUÇÃO

A baixa fertilidade dos solos ácidos tem sido associada basicamente ao pH, excesso de alumínio e manganês, deficiência de cálcio e magnésio trocáveis, fósforo e molibdênio disponíveis, o que ocasiona desequilíbrios nutricionais nas plantas cultivadas, resultando em baixos rendimentos de cultivos (5, 6, 8). Assim a elevação do pH, a neutralização do alumínio, a redução do teor de manganês divalente e o aumento dos teores de cálcio e magnésio no solo, são os objetivos buscados pela adição ao solo do corretivo da acidez. Normalmente se utiliza calcário para este fim, pois além do efeito neutralizante da acidez, é, também, fonte de cálcio e magnésio, dada a constituição química predominante nos calcários, carbonato de cálcio + carbonato de magnésio (16).

Alguns autores contestam a necessidade de elevação do pH até limites pré-fixados, argumentando que a eliminação dos efeitos tóxicos do alumínio trocável e manganês divalente são suficientes para proporcionar rendimentos satisfatórios dos cultivos, atribuindo a esses cátions a baixa fertilidade dos solos ácidos ocorrentes nas regiões tropicais (11, 13 e 14), sem, evidentemente, considerar a duração do efeito residual do calcário (12, 15) e as dificuldades em se obter uma constante ou fator que quantificasse a recomendação de calcário para solos de diferentes características, devido a ampla variação no tamponamento a pH baixo (9).

ADAMS & LUND (1) relataram resultados em que o pH do solo, teor de alumínio trocável e grau de saturação da CTC efetiva com alumínio, não foram indicadores satisfatórios para explicar os prejuízos experimentados pelas plantas cultivadas em diferentes solos, atribuindo as diferenças do efeito prejudicial do alumínio à sua atividade relativa na solução do solo. FOY et alii (4) observaram, também, que aumentando a concentração de cálcio em solução nutritiva, ao mesmo pH inicial, houve redução da toxicidade do alumínio. BEN et alii (2) indicaram que a toxidez do alumínio depende dos teores dos demais cátions no solo, especialmente de cálcio e magnésio.

O uso de sulfatos como corretivo de solo foi estudado, porém os resultados não foram concordantes. FRIED & PEECH (7) constataram que a adição de sulfato de cálcio ao solo, aumentou consideravelmente o teor de alumínio em solução e muitas plantas não absorvem a sua necessidade em cálcio a partir do gesso. Já CHANG & THOMAS (3) relataram que a adição de sulfato de potássio diminuiu o teor de alumínio trocável no solo. REEVE & SUMNER (13, 14) verificaram em um oxisol que o sulfato de cálcio não alterou o pH, mas reduziu o índice de alumínio trocável do solo.

Pelo exposto, é possível postular que a eliminação do alumínio trocável por sais básicos, ou a diminuição de sua atividade iônica, pelo aumento da concentração salina no solo, seriam práticas oportunas para minimizar o efeito prejudicial da acidez do solo. A oportunidade circunstancial e local de utilização do carbonato de sódio proveniente da "lixívia negra", de resíduo poluente da indústria de celulose, e de sulfato de cálcio, fosfogesso, resíduo inapro-

veitável da indústria de fertilizantes fosfatados, os quais poderão proporcionar melhores condições ambientais e concomitante aproveitamento, como insumo agrícola, desses resíduos poluentes.

O presente trabalho objetiva observar o efeito de sais de cálcio, magnésio e sódio sobre o pH e os teores de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis de solos ácidos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, na safra agrícola de 1980/81, utilizando-se amostras de cinco solos, pertencentes as Unidades de Mapeamento Santa Maria (Brunizem Hidromórfico-Umbraqualf), Irani (Cambisol Húmico Distrófico-Haplumbrept), Durox (Latosol Húmico Distrófico-Haplohumox), Estação (Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico-Paleudult) e Passo Fundo (Latosol Vermelho Escuro Distrófico-Haplorthox), cujas características estão na Tabela 1.

TABELA 1. Algumas características físicas e químicas dos solos das unidades de mapeamento utilizadas no trabalho e ocorrentes nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Unidades de mapeamento	Classificação	Argila %	Al -me/100 g-	Ca + Mg g-	pH água 1:1	M.O. %
Santa Maria	Umbraqualf	7,48	2,0	5,6	4,7	4,0
Irani	Haplumbrept	42,42	4,3	4,9	4,6	7,7
Durox	Haplohumox	67,00	2,4	5,0	4,9	6,0
Estação	Paleudult	64,07	1,6	6,5	4,8	6,4
Passo Fundo	Haplorthox	26,21	3,2	2,0	4,6	4,2

As amostras dos solos, em porções terra fina seca ao ar de 1400 g, foram incubadas com sais de cálcio, magnésio e sódio por 50 dias, úmidas à 80% da capacidade de embebição com água, em sacos de polietileno, fechados, mas que eram revolvidos e abertos semanalmente. As quantidades de sais adicionados equivaleram às necessidades de  $\text{CaCO}_3$  dos solos, para elevar o pH até 6,0 determinadas pelo método SMP (10), e a preconizada por KAMPRATH (11), alumínio trocável x 1,5, mais testemunhas, como mostrado na Tabela 2, todos com três repetições.

TABELA 2. Especificações dos tratamentos e quantidades de corretivos usados nos solos equivalentes a t/ha; ensaio em casa de vegetação, em Santa Maria, RS.

Tratamento	Métodos de recomendação	Solos*				
		S.M.	Ir.	Dx.	Es.	PF
1. Testemunha	-	0	0	0	0	0
2. $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (3:1)	SMP	7,0	11,1	6,3	4,5	7,0
3. $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ (3:1)	Al x 1,5	2,9	6,2	3,5	2,3	4,6
4. $\text{NaCO}_3$	SMP	7,7	12,2	7,0	5,0	7,7
5. $\text{NaCO}_3$	Al x 1,5	3,2	7,0	3,8	2,5	5,1
6. $\text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4$ (3:1)	Al x 1,5	5,7	12,5	6,9	4,6	9,2

\*Solos: SM = Umbraqualf; Ir = Haplumbrept; Dx = Haplohumox; Es = Paleudult; PF = Haplorthox.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

Após a incubação foram adicionados, em solução aquosa N, P, K, Zn, Cu e Mo nas doses de 100, 150, 100, 5, 2 e 1 ppm, respectivamente. Cultivou-se cevada por 45 dias, quando, então, as amostras de solos foram separadas das raízes, secas em estufa, tamizadas e determinados o pH em água 1:1, extraídos cálcio, magnésio e alumínio com KCl 1 N. Este foi determinado por titulação com NaOH e aqueles por espectrofotometria de absorção atômica, usando lantânio na concentração de 0,1%. Sódio e potássio foram extraídos em HCl 0,05 N e determinados por fotometria de chama.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 3, 4, 5 e 6.

As modificações que sofreu o pH pela adição dos sais utilizados como corretivo (Tabela 3) mostraram que os sulfatos praticamente não interferiram nesta propriedade do solo. Mas o carbonato de sódio tem maior valor corretivo que o carbonato de cálcio, tanto na modificação do pH quanto na eliminação do alumínio trocável extraído com KCl N (Tabela 4).

Os sulfato de cálcio e sulfato de magnésio tiveram a propriedade de baixar o teor de alumínio trocável em todos os solos, sem contudo eliminá-lo. Tal comportamento pode ser atribuído, como postulam CHANG & THOMAS (3), às substituições do radical  $\text{OH}^-$  pelo  $\text{SO}_4^{2-}$  no complexo coloidal, e aquelas neutralizariam o alumínio. Já o critério de quantificar o corretivo da acidez pelo teor de alumínio trocável, tratamento 3 e 5 da Tabela 4, pareceu não satisfazer o objetivo, como observaram KAMINSKI & MARZARI (9). Porém, a recomendação baseada no método

do SMP, se não elevou o pH até o valor desejado, pelo menos eliminou o alumínio trocável extraído com KCl N.

TABELA 3. Efeito das diferentes dosagens dos sais de cálcio, magnésio e sódio sobre a variação do pH dos solos (média de 3 repetições); ensaio em casa de vegetação, em Santa Maria, RS.

Unidades de Mapeamento	Tratamentos					
	1	2	3	4	5	6
Santa Maria	4,7 d*	6,2 b	5,7 c	6,5 a	6,5 a	4,7 d
Irani	4,7 d	5,5 b	5,1 c	5,7 a	5,5 b	4,7 d
Durox	4,9 e	5,6 c	5,2 d	6,0 a	5,8 b	4,7 f
Estação	4,7 d	5,3 b	5,0 c	5,9 a	5,2 b	4,6 d
Passo Fundo	4,6 e	6,2 c	5,7 d	6,5 a	6,0 b	4,4 f

\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não diferem significativamente entre si (Tuckey, 5%).

TABELA 4. Efeito das diferentes dosagens de sais de cálcio, magnésio e sódio sobre o Al trocável nos solos, extraídos com KCl N (me/100 g, média de 3 repetições); ensaio em casa de vegetação, Santa Maria, RS.

Unidades de Mapeamento	Tratamentos					
	1	2	3	4	5	6
Santa Maria	2,0 d*	0,0 a	0,3 b	0,0 a	0,0 a	1,4 c
Irani	4,3 e	0,0 a	1,2 c	0,0 a	0,7 b	1,8 d
Durox	2,4 e	0,0 a	0,6 c	0,0 a	0,5 b	1,6 d
Estação	1,6 f	0,2 b	0,6 c	0,0 a	0,9 d	1,0 e
Passo Fundo	3,2 e	0,0 a	0,2 b	0,0 a	0,3 c	2,0 d

\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não diferem significativamente entre si (Tuckey, 5%).

A variação dos teores de cálcio dos solos (Tabela 5), foi acentuada nos tratamentos que receberam carbonato de cálcio e magnésio, havendo decréscimo quando foram adicionados carbonato de sódio e muito pequena variação, na ordem de 0 a 15% quando se adicionou sulfatos. Já a variação do magnésio foi mais acentuada quando foram adicionados sulfatos (Tabela 6), indicando que a contribuição do sulfato de magnésio é maior, ou mais rápida, devido, possivelmente, sua natural maior solubilidade.

TABELA 5. Efeito das diferentes dosagens dos sais de cálcio, magnésio e sódio nos teores de cálcio nos solos, extraídos com KCl N (me/100 g, média de 3 repetições); ensaio em casa de vegetação, em Santa Maria, RS.

Unidades de Mapeamento	Tratamentos					
	1	2	3	4	5	6
Santa Maria	4,4 c*	6,3 a	5,7 b	3,9 d	3,6 e	4,4 c
Irani	3,4 d	11,5 a	7,7 b	2,9 e	3,2 d	4,6 c
Durox	3,2 e	8,6 a	6,2 b	3,3 de	3,5 d	3,8 c
Estação	4,2 d	11,9 a	7,5 b	4,1 d	4,0 d	4,7 c
Passo Fundo	1,3 c	6,1 a	4,4 b	0,9 d	0,9 d	1,3 c

\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não diferem significativamente entre si (Tuckey, 5%).

TABELA 6. Efeito das diferentes dosagens de sais de cálcio, magnésio e sódio nos teores de magnésio nos solos, extraído com KCl N (me/100 g, média de 3 repetições); ensaio em casa de vegetação, Santa Maria, RS.

Unidades de Mapeamento	Tratamentos					
	1	2	3	4	5	6
Santa Maria	1,1 d*	2,0 b	1,7 c	0,9 d	0,9 d	3,1 a
Irani	1,3 d	3,4 b	2,6 c	1,2 d	1,1 d	6,2 a
Durox	1,8 d	3,1 b	2,6 c	1,8 d	2,0 d	4,4 a
Estação	2,2 d	4,0 a	2,7 c	2,1 d	1,8 d	3,5 b
Passo Fundo	0,6 d	2,2 b	1,8 c	0,6 d	0,6 d	4,8 a

\* Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não diferem significativamente entre si (Tuckey, 5%).

As relações cálcio/magnésio permaneceram semelhantes às dos solos quando foram adicionados carbonatos, mas foram drasticamente alteradas, quando foram usados os sulfatos (Figura 1). Tais variações podem afetar o desenvolvimento normal das plantas por um possível desequilíbrio nutricional, por isso seria necessário adequar as adições de sulfato de cálcio e magnésio às relações desejáveis no solo considerando a solubilidade destes sais para se determinar a relação Ca/Mg a serem utilizadas como sulfatos.

Os teores de potássio permaneceram semelhantes, independentemente do sal utilizado. Os teores de sódio no solo, extraídos com HCl 0,05, apresentaram valores de aproximadamente 50% da quantidade adicionada como carbonato de sódio nos demais tratamentos não houve alteração (dados não mostrados).

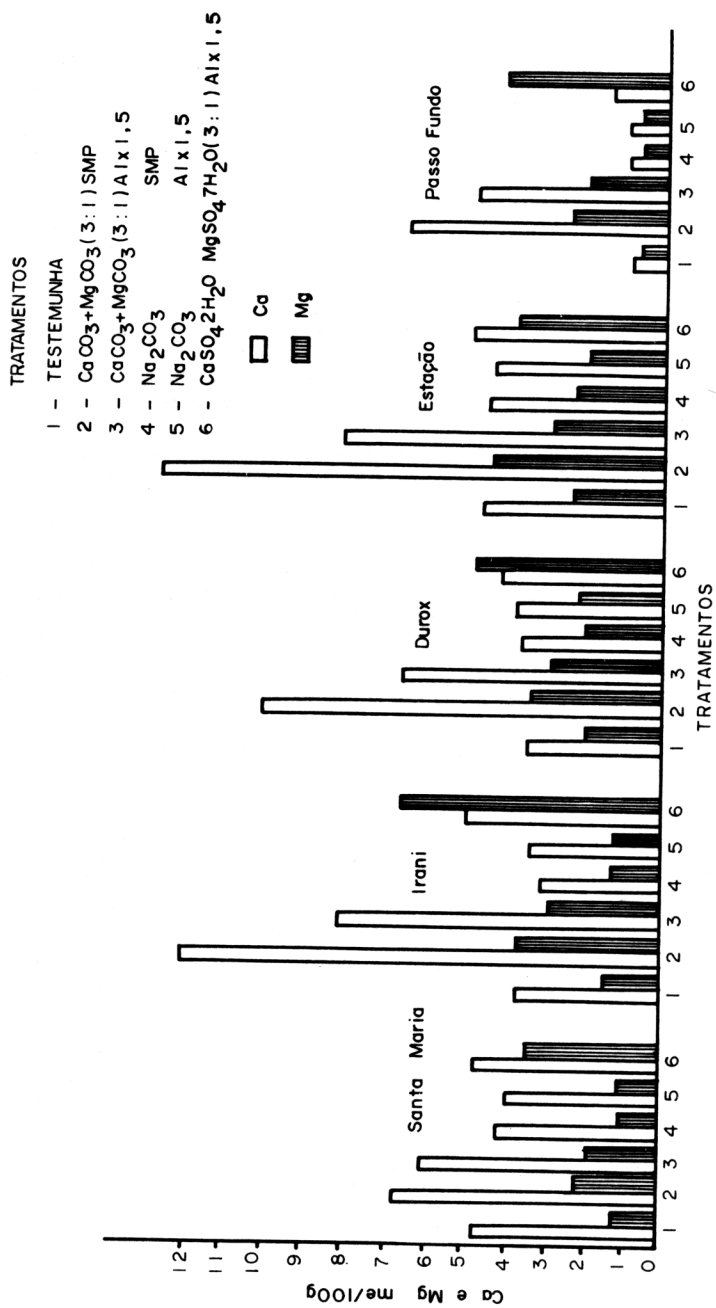


FIGURA 1. Influência dos sais de cálcio, magnésio e sódio nos teores de cálcio e magnésio dos solos, extraídos com KCl N

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADAMS, F. & LUND, Z. F. Effect of chemical activity of soil solution aluminum on cotton root penetration of acid subsoils. *Soil Science*, Baltimore, Maryland, 101(3):193-198, 1966.
2. BEN, J. R.; MORELLI, M. & ESTEFANEL, V. Influência da calagem na toxidez de alumínio para plantas de cevada. *Rev. Centro Ciências Rurais*, Santa Maria, 6(2):177-189, 1976.
3. CHANG, M. L. & THOMAS, G. W. A suggested mechanism for sulfate Adsorption by soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, Wisc., 27(3):281-283, 1963.
4. FOY, C. D.; FLEMING, A. L. & ARMINGER, W. H. Aluminum tolerance of soybean varieties in relation to cation nutrition. *Agron. J.*, 61:505-511, 1969.
5. FOY, C. D. Effects of soil calcium availability on plant growth. In: CARSON, E. W. ed. *The Plant Root and Its Environment*. Charlottesville. Univ. Virginia Press. 1974. p. 565-600.
6. FOY, C. D. Effect of aluminum on plant growth. In: CARSON, E. W. ed. *The Plant Root and Its Environment*. Charlottesville. Univ. Virginia Press. 1974. p. 601-642.
7. FRIED, M. & PEECH, M. The comparative effects of lime and gypsum upon plants grown on acid soils. *J. Amer. Soc. Agron.*, Geneva, New York, 38(7):614-23, 1946.
8. JACKSON, W. A. Physiological effects of soil acidity. In: PEARSON, R. W. & ADAMS, F. *Soil acidity and liming*. Madison, Wis., American Society of Agronomy. 1967. Cap. 2, p. 43-124. (American Monograph, 12).
9. KAMINSKI, J. & MARZARI, E. Fatores de acidez. I. Alumínio trocável como critério de avaliação de necessidade de calcário em solos de diferentes características. *Rev. Centro Ciências Rurais*, Santa Maria, 5(4):309-15, 1975.
10. KAMINSKI, J. & BOHNEN, H. Métodos para indicação da quantidade de corretivos da acidez em solos do Rio Grande do Sul. *Rev. Fac. Agron.*, UFRGS. 1(2):85-98, 1976.
11. KAMPRATH, E. J. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, Wisc., 34(2):252-254, 1970.
12. MIELNICZUK, J. & ANGHINONI, I. Avaliação da utilização das recomendações de adubo e calcário dos laboratórios oficiais dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre. FECOTRIGO, 1976 (Boletim Técnico).
13. REEVE, N. G. & SUMNER, M. E. Effects of aluminum toxicity and phosphorus fixation on crop growth on oxisols in Natal. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, Wisc., 34(2):263-67, 1970.
14. REEVE, N. G. & SUMNER, M. E. Lime requirements of Natal oxisols based on exchangeable aluminum. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, Wisc., 34(4): 595-98, 1970.
15. SCHOLLES, D. *Efeito residual da calagem e da adubação fosfatada na produção, composição botânica e química de uma mistura de forrageiras de clima tropical e nas propriedades químicas de um solo laterítico Bruno amarelo distrófico*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1975. 93 p. (Tese de Mestrado).
16. SIQUEIRA, O. J. F.; BORKERT, C. M.; KOCHAN, R. A.; BARTZ, H. R. & RAMOS, M. Resposta do trigo a calagem, cultivado em sucessão com soja, em solos ácidos com diferentes teores de Al trocável, em altos níveis de fertilidade. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE TRIGO, 7, Passo Fundo, RS, 1975. *Trigo - resultados de pesquisa em 1974*. Passo Fundo, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1975. p. 18-50.