

# EFEITO DA CALAGEM SOBRE O pH DO SOLO, ABSORÇÃO DE FÓSFORO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA PELO SORGO<sup>1</sup>

Aresque Machado de Almeida<sup>2</sup>  
Elemer Bornemisza<sup>3</sup>

## RESUMO

*O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação e teve como objetivo o estudo dos efeitos da calagem sobre o pH do solo, e a absorção de fósforo e produção de matéria seca de sorgo (Sorghum bicolor L.). Utilizaram-se amostras superficiais (0-15 cm) de três solos derivados de cinzas vulcânicas de Costa Rica, das séries Colorado e Instituto (Typic Distropepts) e Paraíso (Typic Humitropept).*

*Os resultados obtidos indicam que o uso do calcário provocou um aumento do pH de solo altamente significativo e incrementos na absorção de fósforo e produção de matéria seca pelas plantas. A máxima absorção de fósforo e produção de matéria seca verificou-se em todos os solos a pH entre 5,2 e 5,4, indicando que o pH recomendável para estes solos não necessariamente deveria alcançar o valor de 6,5.*

*Palavras chaves:* Solos vulcânicos, calagem, absorção de nutrientes.

## ABSTRACT

### LIMING EFFECT ON SOIL pH, PHOSPHORUS UPTAKE AND DRY MATTER PRODUCTION OF SORGHUM

*The present work was conducted to study the effect of liming on soil pH, and phosphorus absorption and dry matter production of sorghum (Sorghum bicolor L.) under greenhouse conditions*

*Surface samples (0 to 15 cm) of three volcanic ash derived Costa Rican soils belonging to Colorado (Typic Distropept) Instituto (Typic Distropept) and Paraíso (Typic Humitropept) series were utilized for this experiment.*

- (1) Extrato de Tese apresentada pelo primeiro Autor para obtenção do título de "Master of Science." Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza - Turrialba - Costa Rica.
- (2) Professor Adjunto do Departamento Agro-Biológico/CCT/UFPb
- (3) Professor do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza - Turrialba - Costa Rica.

*Liming produced a significant increase in soil pH, as well as on phosphorus uptake by plants and dry matter production. Maximum absorption of phosphorus and dry matter production were found at pH values between 5,2 and 5,4, for all three soils. This indicated that the pH recommended for these soils not necessarily should be of the order of 6,5.*

*Key words: Volcanic soil, liming, phosphorus uptake.*

## INTRODUÇÃO

O pH do solo influencia na solubilidade e disponibilidade dos elementos nutritivos que são absorvidos pelas plantas. Estudos em diferentes regiões tropicais indicam que, através da calagem, consegue-se aumentar a produtividade das culturas e pastagens (ABRUÑA et alii, 1975; BORNEMISZA et alii, 1967; FREITAS et alii, 1971; HORTENSTINE e BLUE, 1968; SOARES et alii, 1975).

MIKKELSEN et alii (1963) e posteriormente FREITAS et alii (1971), e SOARES et alii (1975) observaram, num solo do Cerrado brasileiro, que a calagem e a aplicação de fósforo aumentavam a produtividade de muitas culturas, sendo que a absorção de cálcio diminuía com o aumento da disponibilidade de fósforo, à medida que aumentavam as doses de calcário.

FASSBENDER (1969) e FASSBENDER e MOLINA (1969) explicam que isto se deve ao sinergismo P-Mg, controlado pelo antagonismo Ca-Mg, que aumenta as concentrações de fósforo presente na solução do solo.

Em estudos do efeito da calagem na produção de matéria seca em tomate, realizados em casa de vegetação utilizando solos derivados de cinzas vulcânicas, BORNEMISZA et alii (1967) encontraram que a produção de matéria seca aumentava até 12 meq de Ca/100g de solo e depois desse nível, decrescia, chegando a ser inferior à testemunha. Entretanto, FASSBENDER e MOLINA (1969) encontraram que a produção de matéria seca em tomate aumentava com doses mínimas de calcário; quando o pH ultrapassava o âmbito de 5,5 a 6,0 o efeito era negativo. Explicaram estes autores que isto se devia a um desequilíbrio catiônico entre Ca, Mg e K, ou talvez a deficiência de outros elementos.

O presente trabalho tem como objetivo estudar o comportamento do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em três solos derivados de cinzas vulcânicas de Costa Rica, tratados com diferentes níveis de calcário.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho realizou-se nos laboratórios e Casa de Vegetação do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Os solos utilizados no experimento correspondem aos extratos superficiais (0-15 cm) de três solos derivados de cinzas vulcânicas de Costa Rica, pertencentes às séries Colorado e Instituto (Typic Dystropepts), e Paraíso (Typic Humitropept). Algumas características químicas destes solos se encontram no Quadro 1.

## QUADRO 1

## ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE TRÊS SOLOS DERIVADOS DE CINZAS VULCÂNICAS DE COSTA RICA

CARACTERÍSTICAS	S O L O S		
	COLORADO	INSTITUTO	PARAÍSO
pH em H <sub>2</sub> O (1:2.5) .....	4,90	5,10	4,80
pH em KClN (1:2.5) .....	4,00	4,30	4,00
Matéria Orgânica (%) .....	5,40	7,40	8,40
CTC (meq/100 g) .....	23,40	26,80	30,00
Ca trocável (meq/100 g) ...	1,90	2,47	3,08
Mg trocável (meq/100 g) ...	1,32	1,40	2,32
K trocável (meq/100 g) ...	0,83	0,69	0,45
Na trocável (meq/100 g) ...	0,15	0,15	0,19
Acidez trocável (meq/100 g)	1,63	0,72	0,31
Saturação de bases (%) ....	72,00	86,70	82,20
Ca/Mg .....	1,44	1,76	1,33
Ca/K .....	2,29	3,58	6,84
Ca + Mg/K .....	3,88	5,61	12,00

As necessidades de calcário determinaram-se pelos métodos da curva de titulação descritos por ABRUNA e CHANDLER (1965) e de acidez trocável, segundo KAMPRATH (1967).

Os níveis de aplicação de calcário, utilizados no presente trabalho, foram: 0 (Tratamento 0); 1,5 vezes a acidez trocável (Tratamento 1); 3,0 vezes a acidez trocável (Tratamento 2); média entre os tratamentos 2 e 4 (Tratamento 3); e, quantidade necessária para elevar teoricamente o pH do solo a 6,5 (Tratamento 4).

No Quadro 2 apresentam-se as quantidades de cálcio em meq/100 g de solo aplicado às diferentes séries e de acordo com os níveis definidos anteriormente.

## QUADRO 2

## DOSES DE CÁLCIO APLICADAS AOS SOLOS

TRATAMENTO	DOSES DE CÁLCIO		
	COLORADO	INSTITUTO	PARAÍSO
		meq/100 g	
0	0,0	0,0	0,0
1	2,5	1,0	2,0
2	5,0	2,0	4,0
3	6,5	4,0	6,5
4	8,0	6,0	9,0

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. As unidades experimentais foram 3 kg de solo em vasos. O calcário foi misturado inteiramente com o solo. Para evitar que carências de nutrientes mascarassem o efeito do calcário, aplicou-se, uniformemente, uma fertilização básica de N, P, K e microelementos, segundo LAROCHE (1969). Depois da calagem, os solos foram submetidos a incubação durante 30 dias.

As unidades experimentais foram plantadas com 20 sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e colocadas em casa de vegetação. Depois da germinação, deixaram-se 10 plantas por vaso. O solo se manteve à capacidade de campo, utilizando-se água de chuva para irrigação. Trinta e cinco dias após o plantio, cortou-se a parte aérea das plantas, a 5 centímetros sobre solo (1º corte). Deixaram-se as plantas rebrotarem e, posteriormente, efetuaram-se dois cortes espaçados 28 dias um do outro (2º e 3º cortes, respectivamente). O material vegetal submeteu-se a secagem, numa estufa com ventilação forçada, a 70 - 80°C, por 48 horas, obtendo-se, assim, a produção de matéria seca. As amostras secas foram passadas por um moinho tipo Wiley e se efetuou a digestão, tratando-as com ácidos nítrico e perclórico na relação 5:1, segundo recomendações de JACKSON (1964). Determinou-se o fósforo, colorimetricamente, usando-se a mistura sulfomolibdica (JACKSON, 1964).

Depois de cada corte, tomaram-se amostras de solo de todos os vasos e se determinou o pH em água (1:2,5) e KCl 1N (1:2,5). Os resultados foram submetidos à análise de variância para se determinar a relação causa/efeito entre as variáveis estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A - Efeito da Calagem sobre o pH do Solo

Os valores de pH em KCl e H<sub>2</sub>O, correspondentes aos níveis de calcário nos três solos e aos diferentes períodos de amostragens, apresentam-se no Quadro 3. Observou-se, em todos os solos, uma tendência do pH aumentar linearmente com doses crescentes de calcário. Os valores de pH em água, depois do período de incubação com calcário, aumentaram no solo Colorado de 4,8 a 5,6; no solo Instituto, de 4,9 a 5,7 e no Paraíso, de 4,7 a 5,4. Entretanto, a calagem calculada teoricamente para elevar o pH a 6,5 provocou apenas uma ligeira mudança na reação do solo. VAN RAIJ e PEECH (1972) e UEHARA e KENG (1975) explicaram o fenômeno como uma ação do calcário para neutralizar as cargas negativas do solo.

Os valores do pH dos três solos em estudo, depois do último corte, apresentaram uma ligeira diminuição em relação ao primeiro corte. Isto se explicaria pelo aumento de acidez provocada pelo uso de fertilizantes de caráter ácido e pela extração de cátions pela planta (ABRUÑA, 1964; VELLY, 1974).

### B - Efeito da Calagem na Absorção do Fósforo

A influência da calagem na absorção do fósforo pelas plantas de sorgo, correspondente à soma dos três cortes do cultivo, é apresentada na Figura 1. Observa-se um efeito altamente significativo da calagem no fósforo absorvido pelas plantas. Até o terceiro tratamento se obteve um aumento do fósforo absorvido e

uma diminuição no nível superior. O ponto de absorção máxima variou nos três solos e nos diferentes cortes. Estes resultados coincidem com as observações de outros autores que trabalharam sob condições tropicais, como FASSBENDER (1969), FASSBENDER e MOLINA (1969) e MARE (1968).

## QUADRO 3

REAÇÃO DO pH DE TRÊS SOLOS DERIVADOS DE CINZAS VULCÂNICAS DE COSTA RICA, TRATADOS COM CALCÁRIO, EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS INCUBAÇÃO

TRATAMENTO	pH							
	30 DIAS DEPOIS DA CALAGEM		1º CORTE		2º CORTE		3º CORTE	
	H <sub>2</sub> O	KCl	H <sub>2</sub> O	KCl	H <sub>2</sub> O	KCl	H <sub>2</sub> O	KCl
COLORADO								
0	4,8	4,1	4,5	3,8	4,8	3,7	4,5	3,6
1	5,0	4,3	5,0	4,1	5,0	3,9	4,8	3,8
2	5,2	4,5	5,1	4,4	5,3	4,2	4,9	3,8
3	5,4	4,6	5,4	4,6	5,5	4,4	5,1	4,0
4	5,6	4,8	5,7	4,9	5,6	4,5	5,3	4,2
INSTITUTO								
0	4,9	4,1	4,9	4,0	4,8	3,8	4,1	3,7
1	5,0	4,3	5,1	4,2	5,0	3,9	4,2	3,8
2	5,1	4,4	5,1	4,3	5,3	4,0	4,4	3,9
3	5,5	4,8	5,4	4,6	5,4	4,3	4,8	4,1
4	5,7	5,0	5,6	4,8	4,6	4,4	4,9	4,2
PARATSO								
0	4,7	3,8	4,9	3,7	-	-	4,5	3,7
1	4,8	4,0	5,0	4,0	-	-	4,7	3,8
2	5,0	4,2	5,2	4,2	-	-	4,8	3,9
3	5,3	4,3	5,6	4,6	-	-	5,0	4,1
4	5,4	4,6	5,9	4,9	-	-	5,3	4,2

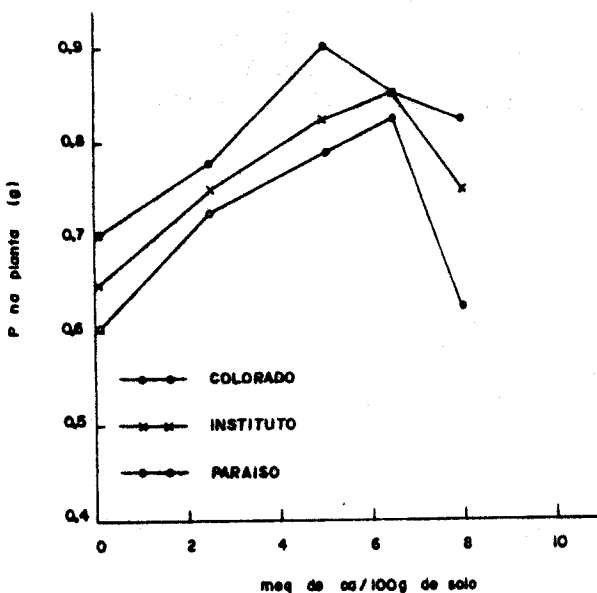


Fig. 1 Influência da calagem na absorção de fósforo pelas plantas correspondentes a soma dos três cortes de cultivo.

Considerando-se conjuntamente os três solos estudados, nas condições em que se conduziu este experimento, pode-se dizer que a absorção máxima de fósforo se obteve a um pH entre 5,2 e 5,4. Estes valores diferem muito pouco dos encontrados por FASSBENDER e MOLINA (1969), em Costa Rica, e por ABRUÑA et alii (1975) em Porto Rico, e são menores que os considerados para as regiões de clima temperado.

### C - Efeito da Calagem na Produção de Matéria Seca pelo Sorgo

Os valores da produção da matéria seca pelas plantas do sorgo nos três solos, correspondentes à soma dos três cortes, apresentam-se na Figura 2. Verificou-se uma tendência de se incrementar a produção de matéria seca com a calagem; todavia, registraram-se ligeiras diminuições em alguns cortes nas doses mais altas.

A análise de variância não mostra diferenças significativas entre os tratamentos no primeiro corte; no entanto, as diferenças foram altamente significativas (nível de 1%) no segundo e terceiro cortes. Possivelmente esta diferença se deve ao tempo de incubação do solo com calcário (30 dias) ter sido insuficiente para neutralizar a acidez do solo.

As observações realizadas assinalam a necessidade de colocar níveis moderados de calcário nos três solos em estudo e advertem sobre o perigo da supercalagem, concordando com resultados obtidos por outros autores, nesses mesmos tipos de solos de Costa Rica (BORNEMISZA et alii, 1967; FASSBENDER e MOLINA, 1969; LAROCHE, 1966).

Os resultados de máxima produção de matéria seca e absorção de fósforo pelo sorgo, coincidem com as doses intermediárias de calcário, equivalentes a 3,0 vezes a acidez trocável, o que confirma as recomendações de KAMPRATH (1967) para os solos das regiões tropicais.

A calagem demonstrou um efeito favorável na produção nos solos ácidos, que evidencia o seu valor agrônômico. Entretanto, vale ressaltar a necessidade de uma metodologia que defina com segurança a qualidade de calcário para evitar a sobre-calagem citada por SOARES et alii (1975) e FREITAS et alii (1971).

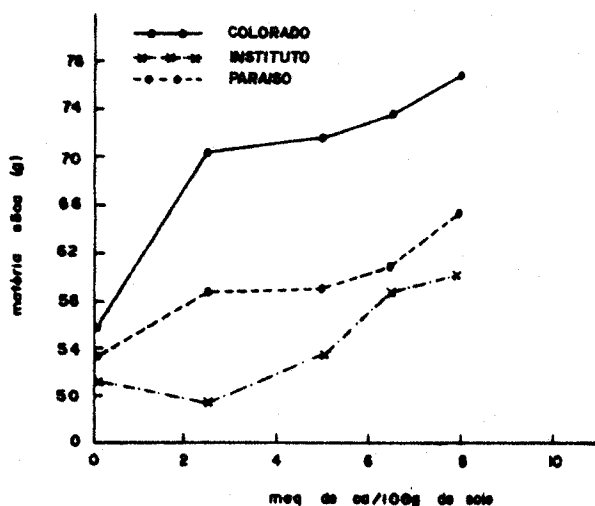


Fig. 2 Influência da calagem na produção de matéria seca correspondente a soma dos três solos de cultivo.

## CONCLUSÕES

A calagem provocou mudanças altamente significativas no pH dos solos estudados, apesar de que o último nível de cal, calculado para elevar o pH do solo a 6,5, não alcançou o valor estimado, porque parte do calcário aplicado foi aparentemente utilizado na neutralização de cargas negativas.

O pH no final do experimento mostrou-se inferior ao do início. Este fenômeno pode ser devido ao uso de fertilizantes de caráter ácido, ao consumo de bases pelas plantas e à capacidade de substituição de Al trocável nestes solos.

A calagem teve efeito positivo no incremento da produção da matéria seca e na absorção de fósforo pelo sorgo.

O nível ótimo de calcário para produção de matéria seca e absorção de fósforo pelas plantas, nas condições deste experimento, obteve-se nos três solos, com o pH variando entre 5,2 e 5,4.

## LITERATURA CITADA

ABRUÑA, F.R.; PEARSON, R.W. & ESCOBAR, R.P. Respuestas del maiz y del frijol al encalamiento en Oxisoles y Ultisoles de Puerto Rico. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. ed. Manejo de suelos en la América Tropical. Raleigh, North Carolina State University, 1975. p. 267-86.

- ; & CHANDLER, V. J. Refinement of a quantitative method for determining the lime requirement of soils. J. Agric. Puerto Rico, 24 (8): 83-96, 1965.
- ; CHANDLER, V. J. & PEARSON, R.W. Effects of liming on yields and composition of heavily fertilized grasses and on soil properties under humid tropical conditions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28 (5): 657-61, 1964.
- BORNEMISZA, E.; LAROCHE, F.A. & FASSBENDER, H.W. Effects of liming on some chemical characteristics of Costa Rican Latosols. Soil and Crop Sci. Soc. Flórida Proc., 27: 219-26, 1967.
- FASSBENDER, H.W. Efecto del encalado en la mejor utilización de fertilizantes fosfatados en un andosol de Costa Rica. Fitotecnia Latinoamericana, 6 (1): 115-27, 1969.
- ; & MOLINA, R. Influencia de enmiendas calcáreas y silicatadas sobre el efecto de fertilizantes fosfatados em suelos derivados de cinzas vulcánicas de Costa Rica. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, p.c. 2.1 - c. 2.12, 1969.
- FREITAS, L.M.; LOBATO, E. & SOARES, W.V. Experimentos de calagem e adubação em solos sob vegetação de cerrado de Distrito Federal. Pesq. Agrop. Bras., 6: 81-9, 1971. (Série Agronômica).
- HORTENSTINE, C.C. & BLUE, W.G. Growth response of three plant species to lime and phosphorus applied to Pulentan loamy fine sand. Soil and Crop Sci. Soc. Flórida Proc., 28: 23-8, 1968.
- JACKSON, M.L. Análisis químico de suelo; una importante contribución al estudio de la química de suelos. Barcelona, Omega, 1964. 662 p.
- KAMPRATH, E.J. Acidez del suelo y su respuesta al encalado; Proyecto Internacional de Análisis de Suelos. Raleigh, North Caroline State University, Estación Experimental Agrícola, 1967. 22 p. (Boletín nº 4).
- LAROCHE, F.A. Efeitos da calagem sobre o complexo de troca de um latosolo tropical e os teores de cátions absorvidos pelo tomate. Turrialba, Costa Rica, IICA 1966. 76 p. (Tese para obtenção de grau de Mestre).
- MARE, P.H.L. Experiment on the effect of phophate applied to a Bagand soil. I. Pot experiment on the response curve. J. Agric. Sci., 70(3): 265-70, 1968.
- MIKKELSEN, D.S.; FREITAS, L.M. & MCLUNG, A.C. Effects of liming and fertilization on cotton, corn and soybeans on campo Cerrado soil; State of Sao Paulo. IRI Research Instituto Inc., 1963. 34 p. (Bulletin nº 23).



SOARES, W.B.; LOBATO, E.; GONZALEZ, E. & NADERMAN, Jr. G.C. Encalados de los suelos del cerrado brasileño. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. eds. Manejo de suelos en la America Latina Tropical. Raleigh, North Carolina State University, 1975. p. 287-302.

UEHARA, G. & KENG, J. Relaciones entre la mineralogia y el manejo de suelos en la America Latina. In: BORNEMISZA, E. & ALVARADO, A. (ed.) Manejo de Suelos en la America Tropical. Raleigh North Carolina State University, 1975. p. 357-69.

VAN RAIJ, B. & PEECH, M. Electrochemical properties of some oxisols and ultisols of the tropics. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36 (4): 587-93, 1972.

VELLY, J. Observations on the acidification of some soils in Madagascar. Agronomie Tropicale, 29 (12): 1249-62, 1974.