

EFEITO DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO SÔBRE OS NÍVEIS DE pH, CÁLCIO, MAGNÉSIO, FÓSFORO E POTÁSSIO DO

SOLO*

José Mário Braga
Luiz Juliano Braga
Luiz A. N. Fontes **

1. INTRODUÇÃO

O vegetal, ao desenvolver-se num solo, está sujeito às variações de características químicas, à medida que as raízes crescem e se aprofundam (17).

Algumas dessas variações podem ser corrigidas, fazendo-se a calagem, prática que tem a finalidade de, dentro de uma faixa onde há maior predominância de raízes, uniformizar essas características (5, 23).

Desta maneira, espera-se que, durante e após o período de crescimento vegetativo, seja esta camada a mais uniforme possível em relação a pH, cálcio, magnésio, potássio, matéria orgânica e fósforo, entre outras características (1, 2, 22).

Com a calagem, a alteração é associada primeiramente ao pH do solo, seguindo-se às variações dos teores de cálcio.

* Projeto nº 4/64 da Diretoria Geral de Experimentação e Pesquisas da UFV.

Aceito para publicação em 23-4-1971.

** Respectivamente, Prof. Adjunto de Solos e Adubos da Universidade Federal de Viçosa, Engº-Agrº Técnico de CONDEPE-Goiás e Prof. Adjunto de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa.

cio e magnésio. Estes elementos, além de terem seus teores aumentados, podem movimentar-se e serem lixiviados, graças a solubilização de seus compostos no solo (3, 4, 8, 9, 11, 14). Contudo, alguns autores não tiveram evidência deste fenômeno (7, 15).

Também os teores de potássio podem ser alterados com a calagem, sendo esta alteração devida tanto ao antagonismo entre este elemento e os existentes no calcário, assim como à elevação da capacidade de troca do solo, provocando aumento na intensidade de retenção de potássio (2, 6, 19).

Normalmente, o fósforo inorgânico aumenta a maiores profundidades, comportamento contrário ao de fósforo orgânico (2, 13, 14). A forma inorgânica do fósforo pode aumentar ou diminuir, de acordo com a quantidade de calcário que for adicionado ao solo. Se a dose de calcário aplicada for pequena, haverá aumento do teor de fósforo inorgânico, porém, acontecerá o contrário se a dose de calcário for alta (10, 14, 18, 21).

A calagem favorece tanto a decomposição dos resíduos orgânicos como faz crescer a mineralização da matéria orgânica. No primeiro caso, há um aumento do teor de matéria orgâica no solo, e no segundo uma diminuição (12, 20).

Com este trabalho, procurou-se obter dados que mostram as relações existentes entre calcário aplicado a lanço no solo e os níveis de pH, cálcio, magnésio, matéria orgânica e fósforo em duas profundidades e em duas diferentes épocas de amostragem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados em solo Aluvial-textura argilosa. Foram selecionados dois locais, um na Subestação Experimental do Ministério da Agricultura, no Município de Rio Pomba, e outro na fazenda Vargem Grande, Município de Muriaé. Utilizou-se um delineamento fatorial $5 \times 5 \times 5$ composto modificado, com 21 tratamentos, distribuídos ao acaso, e três repetições.

Nestes ensaios, fez-se, a lanço, a aplicação de calcário dolomítico (valor neutralizante de 80%), com antecedência de 30 dias do plantio. Nitrogênio, fósforo e potássio foram aplicados no plantio sob a forma de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Nas parcelas experimentais, plantou-se feijão e os dados colhidos

serviram para outros estudos.

As doses de calcário usadas foram as de 0, 1.500, 3.000, 4.500 e 6.000 kg por hectare.

Com a finalidade de determinar o efeito do calcário sobre as características do solo estudadas, foram realizadas amostragens do solo em duas épocas diferentes: uma por ocasião do plantio e, a segunda, na época da colheita. Tanto num caso como noutro, a amostragem foi realizada a dez e a vinte centímetros de profundidade. As amostras de solos foram tomadas entre os sulcos de plantio, tendo sido feito um caminhamento errático dentro de cada parcela experimental (25).

O pH em água (1:1) e os teores de matéria orgânica (16) foram determinados para todas as amostras. Estas foram também submetidas a análises químicas para determinação de cálcio, magnésio, fósforo e potássio, após a extração ácida, usando-se mistura de ácido sulfúrico (0,025N) e ácido clorídrico (0,05N) (24).

Uma amostra representativa da camada arável foi retirada no local de cada experimento, antes da adubação e calagem. Estas amostras foram analisadas e os valores obtidos estão no quadro 1.

QUADRO 1 - Valores médios de pH, matéria orgânica (%), fósforo (ppm), potássio, cálcio e magnésio (eq. mg/100g), de solos de Rio Pomba e de Muriaé.

Local	pH	M. O.	P	K	Ca	Mg
Rio Pomba	6,23	2,78	1,99	0,30	7,20	1,80
Muriaé	6,75	3,03	1,97	0,20	6,60	0,83

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos dados das determinações de pH, cálcio, magnésio, potássio, matéria orgânica e fósforo estão nos quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente. Estes dados foram analisados estatisticamente, e os valores dos quadrados médios das causas de variação estão no quadro 2.

Pela análise do quadro 2, percebe-se que os valores de

QUADRO 2 - Quadrados médios da análise de variância dos dados relativos a pH, fósforo, magnésio, potássio, cálcio e matéria orgânica, de solos de Muriaé e Rio Pomba

MURIAÉ

C. Variação	G. L.	pH	P	Mg	K	Ca	M. O.
Época	1	56, 19 ++	291, 43	67358, 70 ++	466, 86	164833, 00	28310, 40 ++
Repetição	2	104, 82 ++	19399, 70	5773, 01	76, 10	89729, 80	11451, 90
Profundidade	1	1275, 75 ++	160161, 00 ++	144768, 00 ++	4201, 75 ++	8697000, 00 ++	65443, 30 ++
Ep. x Prof.	1	6, 67	4400, 03	3811, 11 +	383, 75	96643, 70	744, 00
Tratamentos	20	8, 54	6683, 11	13593, 50 ++	195, 19	363793, 00	3001, 17
Ep. x Tratam.	20	9, 21	4041, 55	13912, 80 ++	203, 86	165146, 00	1303, 87
Prof. x Tratam.	20	6, 38	4155, 90	1524, 00 ++	110, 94	168847, 00	2728, 06
Ep. x Prof. x Tratam.	20	3, 10	5489, 60	16631, 80 ++	121, 32	136861, 00	1160, 82
Erro	166	10, 62	6559, 77	1451, 22	174, 00	152289, 00	1900, 12
Total	251						

RIO POMBA

C. Variação	G. L.	pH	P	Mg	K	Ca	M. O.
Época	1	272714, 00 ++	175011, 00 ++	86591, 50 ++	256, 01	357, 14	2539, 68 ++
Repetição	2	371911, 00 ++	104647, 00 ++	8488, 58 +	23, 22	1320, 63	719, 73 ++
Profundidade	1	11481600, 00 ++	40002, 40 ++	118126, 00 ++	137, 28	77, 77	7189, 34 ++
Ep. x Prof.	1	3003, 57	4316, 86	324, 58	3, 11	12292, 00	825, 14 ++
Tratamentos	20	181597, 00 ++	2392, 43	2024, 93	18, 48	3238, 61	270, 26 ++
Ep. x Tratam.	20	8656, 30	3575, 48	957, 01	6, 97	2119, 64	29, 73
Prof. x Tratam.	20	91231, 70 +	2915, 65	1079, 43	11, 99	1673, 61	31, 76
Ep. x Prof. x Tratam.	20	6025, 21	1842, 28	1082, 54	6, 56	2672, 89	10, 84
Erro	166	25124, 20	3111, 67	1210, 69	109, 24	10490, 11	62, 41
Total	251						

pH diferiram significantemente em relação à época e profundidade de amostragem, nos dois locais, e apenas em relação a tratamento em Rio Pomba. Comparando os valores médios dos dois locais, o pH de Rio Pomba foi sempre inferior ao de Muriaé (quadro 3).

As quantidades de calcário, que foram aplicadas, alteraram mais o pH do Rio Pomba do que o de Muriaé, possivelmente em razão daquele local ter o pH inicial mais baixo (quadro 3). As quantidades maiores provocaram um acréscimo de 0,32 unidades de pH, em Rio Pomba, a uma profundidade de 10 cm, porém, não se verificou o mesmo em relação à profundidade de 20 cm. Do mesmo modo, 4.500 e 6.000 quilos de calcário alteraram mais o pH (cerca de três vezes mais) do que a dose de 3.000 quilos por hectare. O pH, em Muriaé, mostrou uma variação de 0,27 a 0,09 unidades.

Muito embora os valores de pH de Rio Pomba tenham sido inferiores aos de Muriaé, os teores de cálcio mostraram comportamento inverso, isto é, os teores médios deste elemento, em Rio Pomba, foram maiores do que os de Muriaé, com exceção apenas para a segunda época de amostragem no maior nível de calcário aplicado.

A análise de variancia (quadro 2) dos teores de cálcio mostrou significância, quando a causa de variação foi a profundidade. Percebe-se que os valores de cálcio (quadro 4) não diferiram nos dois locais testados, e as maiores quantidades de calcário que foram aplicadas não conseguiram alterar o teor de cálcio no solo, em nenhuma das possibilidades testadas. Percebe-se, também, que as doses não afetaram o teor de cálcio à profundidade de 20 cm, o que vale dizer que não houve movimento descendente pronunciado de cálcio, o que concorda com resultados relatados na literatura (15).

Esta lentidão na lixiviação de cálcio, comprovada pela constância de diferença entre os teores de cálcio nas duas profundidades, não permitiu que houvesse uma uniformização nos teores daquele elemento no solo, até à profundidade de 20 cm.

Este comportamento do cálcio, possivelmente, foi consequência da não solubilidade dos compostos de cálcio existentes no solo ou adicionados na forma de carbonato de cálcio, conforme já foi observado (8, 11), ou então foi devido ao tempo relativamente curto para que todas as reações tivessem lugar (12, 15).

O teor de cálcio correlacionou-se significativamente com os valores de pH apenas na primeira amostragem, à pro-

QUADRO 3 - Valores médios de pH nos locais testados, conforme a quantidade de calcário aplicada, época e profundidade de amostragem de solo

Quanti- dade de calcário (kg/ha)	Profun- didade de amo- stragem (cm)	Época de Amostragem			
		1 ^a		2 ^a	
		Rio Pomba	Muriaé	Rio Pomba	Muriaé
0	10	6,14	6,95	6,54	6,90
	20	6,24	6,58	6,53	6,57
1.500	10	6,29	6,88	6,39	7,03
	20	6,23	6,38	6,37	6,47
3.000	10	6,42	6,82	6,53	6,91
	20	6,27	6,36	6,47	6,47
4.500	10	6,42	6,99	6,73	7,09
	20	6,28	6,44	6,46	6,58
6.000	10	6,48	6,85	6,80	6,98
	20	6,30	6,39	6,28	6,52

fundidade de 10 cm. em Rio Pomba.

Os teores de magnésio (quadro 5) sofreram influência da época e da profundidade de amostragem nos dois locais, e apenas em relação aos níveis de calcário, em Rio Pomba.

Quando se estudou o efeito da profundidade de amostragem sobre os níveis de magnésio, verificaram-se valores maiores na amostragem a 10 cm, na primeira época, para os dois locais. Todavia, isto não se repetiu na segunda amostragem. Nesta, com exceção de um caso para Rio Pomba, os valores de magnésio foram maiores a 20 cm do que a 10 cm, o que sugere maior movimento de magnésio através do perfil. Não se verificou o mesmo em Muriae, mercê da maior quantidade de calcário que foi aplicada. Para este local, na segun-

da época e a 20 cm de profundidade, os valores de magnésio foram sempre inferiores aos de 10 cm.

Comparando os dados de magnésio e de cálcio (quadros 5 e 4), percebe-se que houve, de modo geral, uma diminuição do nível de magnésio, enquanto o de cálcio aumentou, muito embora esta variação não tenha sido analisada estatisticamente.

QUADRO 4 - Valores médios de cálcio (eq. mg/100g) nos locais testados, conforme a quantidade de calcário aplicada, época e profundidade de amostragem de solo

Quanti- dade de calcário (kg/ha)	Profun- didade de amo- stragem (cm)	Época de Amostragem			
		1. ^a		2. ^a	
		Rio Pomba	Muriae	Rio Pomba	Muriae
0	10	7, 25	6, 48	7, 47	7, 40
	20	5, 10	4, 64	5, 91	5, 04
1. 500	10	8, 21	7, 48	8, 61	8, 07
	20	4, 88	4, 12	5, 83	5, 20
3. 000	10	10, 51	8, 21	10, 96	9, 22
	20	5, 35	4, 18	6, 41	5, 33
4. 500	10	10, 11	10, 26	11, 89	10, 02
	20	6, 36	4, 71	6, 82	5, 69
6. 000	10	12, 71	11, 48	13, 31	14, 17
	20	5, 51	4, 88	6, 13	6, 21

O potássio (quadro 6) mostrou um comportamento bem diferente em relação ao local estudado. Em Rio Pomba, os teores foram maiores quando se fez a amostragem à profundidade de 10 cm, na primeira época.

QUADRO 5 - Valores médios de magnésio (eq. mg/100g) nos locais testados, conforme a quantidade de calcário aplicada, época e profundidade de amostragem de solo

Quanti- dade de calcário (kg/ha)	Profun- didade de amos- tragem (cm)	Época de Amostragem			
		1.ª		2.ª	
		Rio Pomba	Muriaé	Rio Pomba	Muriaé
0	10	1,81	0,94	1,44	0,93
	20	1,54	0,35	1,52	0,52
1.500	10	1,52	0,96	1,43	0,84
	20	1,30	0,66	1,58	0,57
3.000	10	1,48	0,90	1,42	0,93
	20	1,44	0,83	1,57	0,58
4.500	10	1,78	1,36	1,57	1,08
	20	1,61	0,45	1,48	0,49
6.000	10	1,22	0,82	1,50	1,02
	20	1,28	1,01	1,74	0,58

Em Muriaé, os teores de potássio a 10 cm mostraram-se superiores, aumentando na segunda amostragem. Este comportamento, possivelmente, foi devido ao efeito do cálcio ou do magnésio. Contudo, a análise estatística não mostrou efeito significante das doses crescentes de calcário, no comportamento do potássio no solo.

Parece que prevalece, para Muriaé, o efeito da calagem sobre a maior retenção do potássio, isto em consequência de ter este local menor quantidade de cálcio do que o outro local.

Os teores de matéria orgânica, em Rio Pomba, varia-

QUADRO 6 - Valores médios de potássio (eq.mg/100g) nos locais testados, conforme a quantidade de calcário aplicada, época e profundidade de amostragem de solo

Quanti- dade de calcário (kg/ha)	Profun- didade de amo- stragem (cm)	Época de Amostragem			
		Rio Pomba	1 ^a Muriaé	Rio Pomba	2 ^a Muriaé
0	10	0,32	0,22	0,23	0,24
	20	0,19	0,14	0,15	0,18
1.500	10	0,30	0,20	0,19	0,22
	20	0,15	0,14	0,14	0,19
3.000	10	0,29	0,22	0,20	0,30
	20	0,14	0,14	0,12	0,24
4.500	10	0,32	0,23	0,21	0,23
	20	0,16	0,13	0,14	0,13
6.000	10	0,28	0,23	0,17	0,23
	20	0,19	0,12	0,11	0,16

ram conforme a época de amostragem, sendo maiores os valores na segunda amostragem. Do mesmo modo, houve diferença significativa para a profundidade, verificando-se valores mais altos quando a amostragem foi efetuada a 20 cm. É razoável supor que isto seja devido à maior quantidade de resíduos vegetais observados neste local, como já foi sugerido pelo trabalho de HAMILTON *et alii* (12).

As quantidades de calcário aplicadas em Muriaé, influenciaram os teores de matéria orgânica (quadro 7). Houve uma relação inversa, isto é, maiores aplicações de calcário resultaram em menores teores de matéria orgânica, possivelmente pela intensificação da mineralização da matéria orgâni-

QUADRO 7 - Valores médios de matéria orgânica (%) nos locais testados, conforme a quantidade de calcário aplicada, época e profundidade de amostragem de solo

Quantidade de calcário (kg/ha)	Profundidade de amostragem (cm)	Época de Amostragem			
		Rio Pomba	Muriaé	Rio Pomba	Muriaé
0	10	2,81	2,71	3,28	2,66
	20	2,65	3,37	2,76	2,18
1.500	10	2,81	3,05	3,02	2,45
	20	2,36	2,56	2,67	2,21
3.000	10	2,68	2,72	3,10	2,50
	20	2,20	2,59	2,81	2,28
4.500	10	2,85	2,89	3,16	2,67
	20	2,24	2,39	2,71	2,44
6.000	10	2,78	2,66	3,15	2,30
	20	2,27	2,53	2,63	2,24

ca (2, 22).

Osteores de fósforo num e noutro solo foram relativamente altos, principalmente em Rio Pomba, que se mostrou superior, em quantidades de fósforo, a Muriaé. Estes dados são mostrados no quadro 8.

Nos dois locais, o teor de fósforo foi maior nas amostras tomadas a 10 cm do que nas de 20 cm de profundidade. As quantidades de calcário não modificaram osteores de fósforo, permanecendo uma diferença significativa em favor da teste-munha. Houve também diferença significativa para osteores de P, quando se comparou as duas épocas, no caso de Muriaé, tendo sido maior com o passar do tempo. A influência, neste

QUADRO 8 - Valores médios de fósforo (ppm) nos locais testados, conforme a quantidade de calcário aplicada, época e profundidade de amostragem de solo

Quanti- dade de calcário (kg/ha)	Profun- didade de amo- stragem (cm)	Época de Amostragem			
		Rio Pomba	1 ^a Muriaé	Rio Pomba	2 ^a Muriaé
0	10	21, 3	16, 5	20, 6	21, 3
	20	18, 2	14, 1	14, 4	19, 6
1. 500	10	24, 6	15, 6	26, 9	21, 6
	20	17, 2	16, 2	17, 8	17, 9
3. 000	10	26, 3	17, 1	22, 1	23, 9
	20	18, 5	14, 2	16, 6	19, 4
4. 500	10	24, 1	15, 3	24, 5	21, 0
	20	18, 6	14, 9	23, 9	18, 1
6. 000	10	23, 1	15, 3	24, 1	22, 0
	20	19, 5	11, 1	18, 9	19, 2

caso, deve estar relacionada à solubilidade das formas de fósforo, conforme mostram os dados obtidos por outros autores (14, 18, 21).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Para obter dados que mostrem a relação entre doses de calcário aplicadas e a variação dos níveis de pH e dos teores de cálcio, magnésio, potássio, matéria orgânica e fósforo, instalou-se em dois locais diferentes da Zona da Mata de Minas

Gerais, porém, num mesmo tipo de solo (Aluvial textura argilosa), dois fatoriais incompletos, onde uma das variáveis foi o calcário aplicado nos níveis de 0, 1.500, 3.000, 4.500 e 6.000 quilos por hectare.

As doses de calcário aplicadas alteraram os níveis das variáveis estudadas, porém, modificaram igualmente estes valores às profundidades de 10 e 20 cm. Deste modo, permaneceram constantes as diferenças entre os valores, quando as amostragens foram feitas a 10 a 20 cm.

Houve lixiviação mais intensa de magnésio do que de outros elementos, chegando a verificar-se teores mais elevados de magnésio à profundidade de 20 cm do que a 10 cm. O potássio e a matéria orgânica tiveram teores menores na segunda amostragem em um local, mas aconteceu o contrário no outro. Os níveis de fósforo aumentaram sob o efeito do calcário nos dois locais e nas duas profundidades de amostragem, porém, a diferença entre as duas profundidades permaneceu constante.

5. SUMMARY

A study was initiated to examine the relationship between the levels of lime applied and the variation in the pH of the soil and levels of calcium, magnesium, potassium, organic matter and phosphorus. Two experiments were laid out in the same soil (Aluvial textura argilosa), in two locations of the Zona da Mata, Minas Gerais. The experimental design was an incomplete factorial and one of the variables studied was lime which was applied at the levels of 0, 1.500, 3.000, 4.500 and 6.000 kg/ha.

The levels of lime used affected the levels of the other variables studied, however, the values measured were equally modified at the 10 and 20 cm depths. As a consequence the differences between the values remained constant when samples were taken at the 10 and 20 cm depths.

Magnesium leached more than the other elements studied, reaching higher values at 20 cm than 10 cm of depth. Potassium and organic matter had smaller values in the second sampling in one location and larger in the other location. The levels of phosphorus increased in the presence of lime in both locations and at both depths of sampling, but the difference between the two depths of sampling stayed constant.

6. LITERATURA CITADA

1. BELL, A. P. & THORTON, S. F. The effect of season and fertilization on results of rapid chemical tests. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 2:167-171. 1937.
2. BLACK, C. A. Soil-plant relationships. New York, John Wiley & Sons, 1968. 792 p.
3. BLAIR, A. W. & PRINCO, A. L. The influence of lime on the reaction of sub-soils. J. Agr. Res., Inglaterra, 48:469-473. 1934.
4. BROWN, B. A. & MUNSELL, R. I. Soil acidity at various depths as influenced by the time since application placement and amount of limestone. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 3:217-221. 1938.
5. BUCKMAN, H. O. & BRADY, N. C. Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro, USAID, 1967. 594 p.
6. BURD, J. S. & MARTIN, J. G. Secular and seasonal changes in the soil solution. Soil Sci., Baltimore, 18:151-167. 1924.
7. CHILDS, F. D. & JENKS, E. M. Effect of time and depth of sampling upon soil tests results. Agron. J., Madison, 59(6):537-540. 1967.
8. COOPER, H. P. Certain factors affecting the availability, absorption and utilization of magnesium by plants. Soil Sci., Baltimore, 60:107-114. 1945.
9. EGOROV, V. E. & LYKOV, A. M. Content of lemus during the prolonged use of fertilizers, a rotation, and monoculture. IZV. TINRIRYAZEV SKH. AKADEMI, n° 3, 66-77. 1962. (Soils and Fertilizers, 26(2):605. 1963).
10. FOX, R. L., DeDATTA, S. K. & SHERMAN, G. D. Phosphorus solubility and availability to plants and the aluminium status of Hawaiian soils as influenced by liming. Int. Soil Conf. N. Z. 574-583 (Soils and Fertilizers 26(5): 2787. 1963).

11. GILLINGHAM, J. T. & PAGE, N. R. Influence of anions on the uptake of calcium and magnesium movement in soils. Agron. J., Madison, 57(1):83-88. 1965.
12. HAMILTON, H. A., LEVESQUE, M. & LESSARD, J. D. The residual effect of lime crop yields, pH and other chemical characteristics of a Grey Wooded soil broken to different depths. Can. J. Soil. Sci., Canada, 46:61-68. 1966.
13. HALSTEAD, R. L. NIELSEN, K. F. & MACLEAN, A. J. Phosphorus and potassium supply for alfalfa in soils sampled at different depths. Can. J. Soil Sci., Canada, 37:61-70. 1956.
14. HORSTENSTINE, C.C. The effects of lime and phosphorus fertilization on oats and soil phosphorus in Lakeland Fine Sand in small lysimeters. Proc. Soil Crop. Sci. Soc. Fla., Florida, 24:35-42. 1965.
15. HUTSCHESON, T. B. & FREEMAN, J. F. Longevity of soil reaction effects following lime and alum additions. Agron. J., Madison, 57(1):89-90. 1965.
16. JACKSON, M. L. Soil chemical analysis. New Jersey, Prentice Hall, 1965. 498 p.
17. JACKSON, W. A. Physiological effects of soil acidity. In Pearson, R. W. & Adams, F. Soil acidity and liming. Amer. Soc. Agr., Madison. 1967. p. 43-124.
18. KAILA, A. Effect of liming on the mobilization of soil phosphorus. Maatalonst. Aikakaust, 37:243-255. 1965. (Soils and Fertilizers 29(3):1540. 1966).
19. LUDORF, R. & CHANNON, P. Cation studies on a typical soil of the Natal Midlands. Proc. (39th) Confr. S. Afr. Seng. Tecnol. Ass. 203-208. 1965. (Soils and Fertilizers 29(4):2967. 1966).
20. PEARSON, R. W., ABRUÑA, F. & VICENTE CHANDLER, J. Effect of lime and nitrogen application on downward movement of calcium and magnesium in two humid tropical soils of Puerto Rico. Soil Sci., Baltimore, 93:77-82. 1962.

21. TAYLOR, A. W. & GURNEY, E. L. The effect of lime on the phosphate and resin-extractable phosphate in five acid soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 29 (4):482-483. 1965.
22. TISDALE, S. L. & NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. New York, the MacMillan Co. 1967. 694 p.
23. THOMPSON, L. M. El suelo y su fertilidad, Madrid, Ed. Reverté. S. A. 1962. 407 p.
24. WELCH, C. D. & FITTS, J. N. Some factors affecting soil sampling. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 20:54-56. 1956.
25. WINDSOR, G. W. & LONG, M.I.E. Some effects of potassium and lime on the relation between phosphorus in soil and plant, with particular reference to glasshouse tomatoes, carnations and winter lettuce. J. Sci. Food Agric., Inglaterra, 14:251-259. 1963.