

VARIAÇÃO NO TEOR DE ALUMÍNIO TROCÁVEL DO SOLO, INFLUENCIADA
PELA APLICAÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO ¹

J.L. Brauner ²

R.A. Catani ³

RESUMO

O presente trabalho descreve o estudo da variação do alumínio trocável, da acidez titulável, do pH da suspensão aquosa e do pH do extrato de KCl 1 N, em função da quantidade de carbonato de cálcio, aplicada a onze amostras de solos procedentes de diversas regiões do Brasil.

A adição de 100 mg e de 300 mg de carbonato de cálcio, passado em peneira nº 325, com 43 microns de abertura de malha, a 100 g das amostras dos onze solos estudados, seguida de um período de repouso de 10 a 60 dias, evidenciou que:

- a. ocorreu uma diminuição mais ou menos pronunciada no teor de alumínio trocável e no de acidez titulável extraídos com solução 1 N de KCl, dependendo da dose aplicada de carbonato de cálcio e do solo;
- b. ocorreu uma elevação mais ou menos acentuada no pH da suspensão aquosa e no do extrato de KCl 1N, dependendo também da quantidade aplicada de carbonato de cálcio e do solo;
- c. a magnitude da variação nas citadas características permitem esclarecer que o alumínio trocável, apesar de ser um componente, não constitui, porém, a única fonte de acidez do solo.

INTRODUÇÃO

A acidez do solo é avaliada através da determinação

¹ Recebido para publicação em 31 de maio de 1967. Parte da tese apresentada pelo primeiro autor, a fim de obter o título de Magister Scientiae na E.S.A. "Luiz de Queiroz".

² Escola de Agronomia Eliseu Maciel, Rio Grande do Sul.

³ Cadeira de Química Analítica - ESALQ/USP.

da atividade dos íons H_3O^+ , presentes na fase líquida de uma suspensão do solo e é expressa pelo pH, que corresponde ao $\log \frac{1}{a_{H_3O^+}}$, onde $a_{H_3O^+}$ representa a atividade do íon hidroxônico.

É evidente que o valor da atividade dos íons hidroxônio é uma função de diversas variáveis, dentre as quais o teor de alumínio trocável do solo.

A influência do alumínio trocável sobre a acidez do solo tem sido muito estudada e uma revisão bibliográfica concernente ao assunto foi feita por BRAUNER, CATANI & BITTENCOURT (1966). Merecem ainda citação os trabalhos de BLANCHET & outros (1960), YUAN (1962), McLEAN & outros (1964 e 1965) e de BHUMBLA & McLEAN (1965), que também contribuíram para o esclarecimento do assunto em questão.

Em síntese, para evidenciar a complexidade da natureza da acidez do solo, basta citar o conceito de McLEAN & outros (1964), segundo o qual a mencionada acidez é formada pelos seguintes componentes, em ordem decrescente de atividade: a) H^+ da carga permanente; b) Al^{3+} da carga permanente; c) monômeros de hidróxidos de alumínio; d) polímeros de hidróxidos de alumínio; e) acidez da matéria orgânica; f) acidez das ligações Al - OH ou Si - OH. Os últimos três componentes podem apresentar a mesma atividade ou mesmo pode haver inversão na ordem apresentada, quanto à atividade concernente à acidez.

O presente trabalho, realizado na Cadeira de Química Analítica e Físico-Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", teve como objetivo o estudo da variação do teor de alumínio trocável, da acidez titulável e do valor do pH em suspensão aquosa e no extrato de solução de KCl 1 N, em função da aplicação de carbonato de cálcio em diversas amostras de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Solos

Os solos utilizados no presente trabalho são originários do Rio Grande do Sul (cinco amostras de horizontes superficiais, de números 3, 4, 5, 7 e 8), da Bahia (três amostras de horizontes B, de números 9, 10 e 11) e de São Paulo (três amostras de horizontes superficiais, de números 1, 2 e 6).

A caracterização no nível de grande grupo e a classificação textural dos solos empregados acham-se indicadas no

Quadro nº 1Caracterização no nível de grande grupo e
classificação textural dos solos

Número da amostra do solo	Grande Grupo ¹	Classe ² Textural
1	Podzólico vermelho-amarelo orto	Argila
2	Podzólico vermelho-amarelo orto	Argila
3	Podzólico transição p/ Latosol	Argila
4	Latosol	Argila
5	Podzólico transição p/ Latosol	Argila
6	Latosol roxo	Argila
7	Latosol	Argila
8	Latosol bruno de altitude	Argila
9	Podzólico vermelho-amarelo	Barro argiloso
10	Podzólico vermelho-amarelo	Barro argiloso
11	Podzólico vermelho-amarelo	Argila

¹ Os solos números 1, 2 e 6 foram enquadrados nos respectivos grandes grupos, de acordo com a COMISSÃO DE SOLOS (1960). Os solos números 3, 4, 5, 7 e 8 foram enquadrados, de acordo com informação escrita do Eng^o Agr^o Américo Pereira de Carvalho, da Comissão Nacional de Solos. Os solos números 9, 10 e 11 foram enquadrados graças a informação verbal do Eng^o Agr^o Alfredo Kupper, do Instituto Agrônomo de Campinas.

² De acordo com o diagrama textural do USDA.

As principais características químicas dos mesmos solos são apresentadas no Quadro nº 2.

Quadro nº 2

Principais características químicas
dos solos estudados

Amos- tra Nº	pH (suspen. 1:2,5)	C %	e.mg/100 g de solo					
			PO ₄ ³⁻ *	K ⁺ **	Ca ²⁺ **	Mg ²⁺ **	H ⁺ **	CTC***
1	5,50	1,52	0,05	0,27	1,76	0,28	4,72	8,20
2	5,75	1,78	0,05	0,14	1,84	0,24	7,00	11,55
3	5,25	1,89	0,31	0,36	4,52	1,36	8,16	16,70
4	4,70	1,19	0,09	0,36	3,52	0,72	6,56	13,50
5	4,50	1,48	0,33	0,88	1,68	0,72	7,80	11,80
6	4,55	1,64	0,03	0,18	0,40	0,40	7,92	8,75
7	4,55	2,71	0,24	0,57	2,34	1,36	11,76	15,65
8	4,15	2,71	0,23	0,31	1,52	0,80	13,40	16,05
9	4,70	2,39	0,05	0,19	0,68	0,44	9,60	11,40
10	4,75	0,52	0,01	0,20	0,18	0,17	8,72	10,50
11	4,90	0,52	0,01	0,18	0,20	0,18	10,88	12,95

* Solúvel em H₂SO₄ 0,05 N

** Ions na forma trocável; o K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram extraídos com solução 0,05 N de NH₄OH; o H⁺ com solução N de acetato de cálcio, pH=7,0

*** CTC designa capacidade de troca de cátions do solo, determinada pela saturação do solo com solução N de acetato de cálcio, pH = 7,0

Incubação dos solos com carbonato de cálcio

O estudo da variação do alumínio trocável em função da variação do pH, foi efetuado através do tratamento das onze amostras de solo, utilizadas no presente trabalho, com carbonato de cálcio, seguindo-se um período de repouso de 10 a 60 dias a temperatura ambiente de 21º a 21,5º¹.

Procedimento:

Pesar duas vezes 100 g de cada amostra de solo e transferir para frascos de Erlenmeyer de 300 ml, obtendo assim duas séries completas das amostras em estudo.

¹ A temperatura média mensal dos meses de agosto, setembro e outubro de 1965, período em que se desenvolveu o experimento foi, respectivamente, de 21,0º, 21,5º e 21,3º. Dados fornecidos pela Cadeira de Física e Meteorologia da ESALQ.

Triturar o CaCO_3 p.a., em gral e passar pela peneira n° 325 (43 microns de abertura de malha). Adicionar 100 mg de carbonato de cálcio (o que corresponde a 2 ton/ha, aproximadamente) a todos os frascos de Erlenmeyer da primeira série e 300 mg de carbonato de cálcio (6 ton/ha) aos frascos da segunda série. Misturar com o solo e após a perfeita homogeneização da mistura, adicionar 30 ml de água destilada a todos os frascos e em seguida tarar. Manter o peso constante durante o transcurso do ensaio, mediante a adição de água destilada. Decorridos 10 dias, 30 dias e 60 dias, em que o material ficou em repouso à temperatura ambiente, retirar amostras de todos os frascos e executar as seguintes determinações: alumínio trocável, acidez titulável, pH da suspensão aquosa do solo (1:2,5) e pH dos extratos de KCl 1 N, de acordo com os métodos descritos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro n° 3 estão reunidos os dados sobre as variações na concentração de alumínio trocável e da acidez titulável, em função do tratamento dos solos estudados, com carbonato de cálcio, na proporção de 100 mg de CaCO_3 por 100 g de solo.

Quadro n° 3

Teor de alumínio trocável e de acidez titulável após 10, 30 e 60 dias de incubação de 100 g de solo com 100 mg de CaCO_3

Amostrã N°	e.mg Al^{3+} /100 g de solo				Ac. Tit. e.mg/100 g de solo			
	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias
1	0,39	tr	tr	tr	0,72	0,03	0,16	0,28
2	0,58	tr	tr	tr	0,92	0,16	0,24	0,28
3	0,68	0,27	0,28	0,36	0,76	0,48	0,40	0,56
4	0,72	0,23	0,46	0,65	1,11	0,48	0,30	1,00
5	1,62	0,29	0,55	0,66	1,83	0,56	0,38	1,00
6	1,74	0,57	0,74	0,77	2,16	0,76	1,04	1,04
7	2,29	0,83	1,20	1,71	2,87	1,40	1,60	2,24
8	4,17	1,91	2,05	2,04	4,28	2,64	2,72	2,68
9	4,26	1,45	2,08	1,79	4,42	2,24	2,44	2,20
10	6,88	3,48	3,93	3,68	6,90	4,72	4,60	4,64
11	8,64	5,42	7,44	6,91	8,65	6,76	7,30	7,68

No Quadro nº 4 acham-se apresentados os dados obtidos sobre a variação do pH da suspensão do solo e do pH do extrato de KCl 1 N, em função do mesmo tratamento, das citadas amostras, do solo.

Há certo interêsse em se examinar, inicialmente, os dados das colunas referentes a "0 (zero) dias" (dados dos solos sem receber carbonato de cálcio), dos Quadros 3 e 4. Verifica-se que os solos números 1, 2 e 3, com menores quantidades de alumínio trocável, são os que apresentam também, maiores valores de pH de suas suspensões aquosas. No entanto, dos três solos em questão, o pH mais elevado não é o que contém menor teor de alumínio trocável. Por outro lado, dentre os demais solos (números 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11), o solo nº 11, cujo pH é mais elevado, apresenta maior teor de alumínio trocável.

O solo nº 3, que possui o pH mais baixo, dentre todos os estudados, acusa um teor de alumínio trocável superior a sete solos (números 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) e inferior a três solos (números 9, 10 e 11).

Quadro nº 4

pH da suspensão do solo e do extrato do solo, obtido com solução de KCl 1 N, após 10, 30 e 60 dias de incubação de 100 g de solo com 100 mg de CaCO_3

Amostra Nº	pH da suspensão do solo				pH do extrato de KCl			
	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias
1	5,50	6,20	6,75	7,00	4,30	5,65	5,20	5,20
2	5,75	6,30	6,55	6,50	4,35	5,05	5,10	5,00
3	5,25	5,30	5,20	5,15	4,60	4,90	4,55	4,60
4	4,70	5,30	5,00	4,70	4,25	4,60	4,40	4,30
5	4,50	5,20	4,95	4,75	4,30	4,30	4,50	4,50
6	4,55	5,30	4,80	4,70	4,10	4,80	4,45	4,50
7	4,55	5,20	4,90	4,45	4,20	4,60	4,40	4,30
8	4,15	5,00	4,70	4,45	4,10	4,55	4,35	4,30
9	4,70	5,50	5,30	5,25	4,05	4,60	4,40	4,30
10	4,75	5,30	5,20	5,30	4,20	4,60	4,30	4,30
11	4,90	5,30	5,15	5,20	4,15	4,70	4,25	4,25

Comparando-se os valores do pH da suspensão dos solos aos valores dos extratos de KCl, para períodos equivalentes, constata-se que os primeiros são mais elevados que os últimos, para um mesmo solo. O pH dos extratos de KCl situa-se numa faixa compreendida entre os valores 4,05 e 4,35. O solo nº 3 é a única exceção, com um valor de 4,60.

Ao decorrerem 10 dias de incubação, com 100 mg de carbonato de cálcio, a concentração de alumínio trocável decresce bastante. Nos solos números 1 e 2, há praticamente, uma eliminação completa do citado elemento. Entretanto, nas amostras números 3 e 4, apesar de originalmente contarem apenas 0,68 e 0,72 e.mg de alumínio, a eliminação é apenas parcial, com o tratamento de 100 mg ou 2 equivalentes-miligramas de carbonato de cálcio. Nas demais amostras, a partir da de nº 5, o decréscimo no teor absoluto de alumínio trocável é menor porque as mesmas contêm uma quantidade mais elevada do citado elemento.

A acidez titulável também diminui com a aplicação de 100 mg de CaCO_3 , após 10 dias de incubação. No entanto, a acidez titulável continua a estar presente, mesmo nas quatro primeiras amostras, onde a relação entre carbonato de cálcio aplicado e acidez titulável, expressa em equivalente, varia de 1,8 na amostra nº 4 a 2,77 na de nº 1. É interessante observar que apesar de ter sido eliminado o alumínio trocável nas amostras números 1 e 2, há ainda acidez titulável nas duas amostras após os 10 dias de incubação.

O pH da suspensão aquosa dos solos eleva-se de modo bastante intenso, acontecendo o mesmo com o pH do extrato de KCl.

Ao transcorrerem 30 dias de incubação, a concentração de alumínio trocável aumenta em relação a obtida aos 10 dias, com exceção dos solos números 1 e 2, os quais continuam praticamente isentos de alumínio trocável. A acidez titulável também aumenta, com exceção do nº 3. O pH da suspensão aquosa dos solos decresce, constituindo exceções os solos números 1 e 2, nos quais há ainda uma elevação. O pH do extrato de KCl, apresenta um valor menor, com exceção do solo nº 2.

Aos 60 dias, após o início do ensaio, os solos números 1 e 2 continuam a não apresentar alumínio trocável, enquanto os solos números 3, 4, 5, 6, 7 e 8 ainda aumentam seu teor (relativamente aos valores obtidos aos 10 dias e 30 dias). No entanto, os solos números 9, 10 e 11, após esse tempo, apresen-

tam uma pequena depressão no seu teor de alumínio trocável, em relação à concentração determinada aos 30 dias, sendo, entre - tanto, superior a obtida aos 10 dias. A despeito das variações do alumínio trocável nos vários solos, a concentração desse elemento aos 60 dias é sempre menor do que a que os solos apresentam aos "0 (zero) dias". A acidez titulável apresenta, de um modo geral, a mesma tendência verificada para o alumínio trocável. Deve ser salientado que os números 1 e 2, dos 10 aos 60 dias de incubação, têm todo o seu alumínio trocável eliminado. Quanto ao pH da suspensão aquosa, o solo nº 1 apresenta um pequeno acréscimo, enquanto os solos números 2, 9, 10 e 11 mostram praticamente o mesmo valor ao obtido aos 30 dias. Já os solos números 3, 4, 5, 6, 7, e 8 evidenciam um decréscimo no pH em relação ao obtido aos 30 dias de incubação. Apesar disso, quase todos os solos, aos 60 dias de incubação, apresentam um pH superior ao valor inicial. No entanto, os solos números 3 e 7, após esse tempo (60 dias), apresentam um pH inferior ao valor inicial. O pH do extrato de KCl, aos 60 dias, apresenta praticamente o mesmo valor, ao obtido aos 30 dias de incubação, com exceção do solo nº 3 que é pouco mais elevado do que o determinado no início do experimento.

Os quadro números 5 e 6 mostram os resultados obtidos no ensaio de incubação, quando 300 mg de carbonato de cálcio foram adicionados a 100 g de cada amostra dos onze solos estudados.

Pode-se observar, pelos dados do Quadro nº 5, que em sete dos onze solos estudados, a concentração de alumínio trocável diminui para traços, após 10 dias de incubação, o mesmo ocorrendo aos 30 dias e 60 dias. Somente os solos números 7, 8, 10 e 11 apresentam alumínio trocável, em idênticos períodos. Porém, aos 10 dias o nível de alumínio trocável baixa intensamente, sendo que aos 30 dias há uma tendência de aumento em relação a determinação anterior (10 dias). O teor de alumínio trocável, determinado aos 60 dias, apresenta uma elevação para os solos números 7 e 8, enquanto que para os solos números 10 e 11 há um decréscimo, quando confrontado com o teor determinado aos 30 dias. Finalmente, pode-se afirmar que há uma diminuição muito acentuada na concentração de alumínio trocável aos 60 dias de incubação (final de ensaio), quando comparada à concentração inicial.

O pH da suspensão aquosa dos solos acusa um aumento considerável aos 10 dias de incubação, conforme mostram os dados do Quadro nº 6. Aos 30 dias de incubação, a tendência geral apresentada é de diminuição do pH da suspensão aquosa dos

Quadro nº 5

Teor de alumínio trocável e de acidez titulável, após 10, 30 e 60 dias de incubação de 100 g de solo com 300 mg de CaCO₃

Amostra Nº	e.mg Al ³⁺ /100 g solo				Ac. Tit. e.mg/100 g solo			
	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias
1	0,39	tr	tr	tr	0,72	0,20	0,24	0,16
2	0,58	tr	tr	tr	0,92	0,20	0,20	0,16
3	0,68	tr	tr	tr	0,76	0,04	tr	tr
4	0,72	tr	tr	tr	1,11	0,12	0,12	tr
5	1,62	tr	tr	tr	1,83	0,08	0,16	tr
6	1,74	tr	tr	tr	2,16	0,12	0,12	tr
7	2,29	0,38	0,48	0,66	2,87	0,76	0,76	1,04
8	4,17	0,35	0,57	0,95	4,28	0,64	0,96	1,32
9	4,26	tr	tr	tr	4,42	0,16	0,20	0,08
10	6,88	0,40	0,71	0,38	6,90	0,72	1,00	0,56
11	8,64	2,22	2,91	2,51	8,65	2,88	3,36	3,00

Quadro nº 6

pH da suspensão do solo e do extrato do solo, obtido com solução de KCl 1 N, após 10, 30 e 60 dias de incubação de 100 g de solo com 300 mg de CaCO₃

Amostra Nº	pH da suspensão do solo				pH do extrato de KCl 1 N			
	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias	0 dias	10 dias	30 dias	60 dias
1	5,50	3,10	3,00	7,40	4,30	7,00	6,50	6,00
2	5,75	7,15	6,90	7,15	4,35	5,95	5,65	5,30
3	5,25	6,70	6,10	5,90	4,60	5,60	4,80	4,80
4	4,70	6,55	5,90	5,85	4,25	5,40	4,90	5,10
5	4,50	6,80	5,45	5,60	4,30	5,40	4,80	5,10
6	4,55	6,10	5,40	5,70	4,10	5,10	4,75	5,00
7	4,55	5,40	5,00	4,70	4,20	4,60	4,50	4,30
8	4,15	5,45	5,15	4,70	4,10	4,75	4,40	4,30
9	4,70	6,35	6,15	6,10	4,05	5,00	4,70	4,30
10	4,75	5,80	5,85	5,90	4,20	4,70	4,50	4,45
11	4,90	5,70	5,20	5,45	4,15	4,50	4,35	4,50

solos, com relação ao pH determinado aos 10 dias. Esta diminuição é bastante intensa em alguns solos, como nos números 3, 4, 5, 6, 7 e 11 e menos pronunciada nos demais solos. Aos 60 dias, os solos números 1, 3, 7 e 8 apresentam ainda algum decréscimo no pH, enquanto os solos números 2, 5, 6 e 11 apresentam novamente uma elevação, relação ao pH obtido aos 30 dias. Já os solos números 4, 9 e 10, praticamente, não sofrem modificação no seu pH, aos 30 dias e 60 dias. Deve ser salientado que no final do ensaio (60 dias), o pH da suspensão aquosa do solo é sempre superior ao verificado no início do ensaio (zero dias). Os solos números 7 e 8, no entanto, são os que apresentam menores valores do pH, aos 60 dias.

O pH do extrato de KCl eleva-se bastante, após 10 dias de incubação, voltando a se deprimir aos 30 dias. Aos 60 dias de incubação, o pH de alguns solos continua decrescendo, enquanto o de outros eleva-se um pouco, sendo que um extrato (solo 3), apresenta idêntico valor aos 30 dias e 60 dias.

Pode-se fazer agora uma apreciação dos dados referentes ao teor de alumínio trocável e pH da suspensão aquosa dos solos, em relação à quantidade de carbonato de cálcio (300 mg) aplicada.

Assim, os solos números 4, 5 e 6, apesar de terem recebido 300 mg de carbonato de cálcio ou 6 e.mg de neutralidade e de não apresentarem alumínio trocável, aos 30 dias e 60 dias mostram um pH que denuncia a existência de outras fontes de íons H^+ , além do próprio alumínio trocável. O solo nº 7 com 2,29 e.mg de alumínio trocável recebeu 6 e.mg de $CaCO_3$ e ainda apresenta alumínio, isto é, parece que o carbonato de cálcio é consumido por outras fontes de acidez do solo. O mesmo se passa com o solo nº 8, que contém 4,17 e.mg de alumínio trocável. Já o solo nº 9 com 4,26 e.mg de Al^{3+} por 100 g de solo, ao receber 6 e.mg de $CaCO_3$ não apresenta mais alumínio trocável e o seu pH conserva-se acima de 6,00.

Analisando-se em conjunto os dados dos Quadros 3 e 4 (aplicação de 100 mg de $CaCO_3$ /100 g de solo) e números 5 e 6 (aplicação de 300 mg/100 g de solo), pode-se depreender que há para as características em estudo, uma tendência geral, que pode ser assim resumida. O alumínio trocável e a acidez titulável decrescem em seus teores, aos 10 dias de incubação. Neste mesmo período, o pH da suspensão aquosa dos solos e dos extratos de KCl, apresenta seus maiores valores. A partir deste tempo, os teores de alumínio trocável, e a acidez titulável aumentam novamente, enquanto o pH da suspensão aquosa e do extra

to de KCl diminui.

Êstes fatos sugerem ocorrência de uma reação muito intensa entre o carbonato de cálcio (finalmente moído, peneira 325) e os componentes da acidez do solo, até os 10 dias, aproximadamente. Dos 10 aos 30 dias, a reação entra em declínio pelo consumo de CaCO_3 aplicado, tendendo os solos a voltarem às suas condições de equilíbrio e a restabelecer suas características anteriores.

CONCLUSÕES

Em face dos resultados obtidos e da discussão dos mesmos, pode-se inferir o seguinte:

- a. O tratamento do solo com carbonato de cálcio, conforme deve ser esperado, deprime o teor de alumínio trocável e da acidez titulável e eleva o pH determinado na suspensão aquosa e o determinado no extrato, do solo, obtido com solução de KCl 1 N.
- b. De acordo com a quantidade de carbonato de cálcio adicionada, em relação ao teor de alumínio trocável e dependendo de outras características do solo, pode-se eliminar completamente o mencionado elemento. Entretanto, a quantidade de carbonato de cálcio exigida é maior do que a calculada levando-se em conta apenas o alumínio trocável.
- c. O alumínio trocável é um dos componentes da acidez, podendo apresentar maior ou menor importância, dependendo de outras características do solo.

SUMMARY

This paper describes the data obtained when calcium carbonate was added to eleven acid soils from Brazil.

One hundred grams of each soil were incubated in Erlenmeyer flask for 60 days with 100 mg and 300 mg of calcium carbonate. After 10, 30 and 60 days, soil samples were taken from each one of the Erlenmeyer flasks and the following determinations were performed: exchangeable aluminum and exchangeable acidity extracted with 1 N KCl solution; pH of aqueous soil suspension; pH of the 1 N KCl soil extract.

The following conclusions seem justified from the data obtained.

- a. The addition of calcium carbonate increases both the pH of aqueous suspension and the pH of KCl 1 N extract, depending also upon the amount of CaCO₃ applied and upon the soil itself.
- b. The addition of calcium carbonate decreases both the exchangeable aluminium and the exchangeable acidity content, depending on the applied amount of CaCO₃ and on the soil itself.
- c. The exchangeable aluminium is one of the different components but does not constitute the only source of the soil acidity.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BHUMBLA, D.R. & E.O. McLEAN, 1965 - Aluminium in soils. VI Changes in pH dependent acidity, cation-exchange capacity and extractable aluminium with additions of lime to acid surface soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29: 370-374.
- BLANCHET, R. & outros, 1960 - Acidité d'échange et aluminium libre ou échangeable des sols. Ann. Agr. 11 (6): 621- 649.
- BRAUNER, J.L., R.A. CATANI & V.C. de BITTENCOURT, 1966 - Extração e determinação do alumínio trocável do solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Vol. 23 (No prelo).
- CATANI, R.A., J.R. GALLO & H.GARGANTINI, 1955 - Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim 69. Instituto Agrônomo de Campinas. 29 pp.
- COMISSÃO DE SOLOS DO CNEPA, 1960 - Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Boletim nº 12 do S.N.P.A. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas - Rio de Janeiro. Brasil. 634 pp.
- GLÓRIA, N.A., R.A. CATANI & T. MATUO, 1964 - Método do EDTA na determinação do cálcio e magnésio trocável do solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 26: 219-228.

- KILMER, V.J. & L.T. ALEXANDER, 1949 - Methods of making mechanical analysis of soils. *Soil Sci.*, 68: 15-24.
- McLEAN, E.O., W.R. HOURIGAN & outros, 1964 - Aluminum in soils -V. Form of aluminum as a cause of soil acidity and a complication in its measurement. *Soil Sci.*, 97: 119-126.
- McLEAN, E.O. & outros, 1965 - Aluminum in soils. VII. Interrelationships of organic matter, liming and extractable aluminum with "permanent charge" (KCl) and pH-dependent cation-exchange capacity of surface soils. *Soil. Sci. Am. Proc.* 29: 374-378.
- YUAN, T.L., 1962 - Some relationships among hydrogen, aluminum, and pH in solution and soil systems. *Soil Sci.* 9: 155-163.

