

EXTRAÇÃO DO ALUMÍNIO TROCÁVEL E O pH DO SOLO¹R.A. Catani²O. Alonso³

RESUMO

O alumínio trocável e o hidrogênio "eletrovalente" foram extraídos e determinados em diversas amostras de solos, através de percolação contínua com solução 1 N de KCl. Em seguida, após a extração do alumínio e hidrogênio "eletrovalente", determinou-se o pH dos solos e suspensão aquosa e procedeu-se a extração do hidrogênio "covalente" com solução 1 N de acetato de cálcio, com pH = 7,0, em algumas das amostras estudadas.

Como era de se esperar, a remoção do alumínio trocável e do hidrogênio "eletrovalente" elevou o pH de todas as amostras de solo. No entanto, em alguns dos solos estudados, os valores do pH (de 5,05 a 6,25), após a remoção dos citados íons, evidenciaram a influência de outros componentes da acidez do solo sobre o pH.

INTRODUÇÃO

Os componentes da acidez do solo considerados mais importantes são: o hidrogênio adsorvido na forma iônica ou eletrovalente, os íons monômeros de alumínio trocável, os íons polímeros de alumínio e os hidrogênios dos grupos carboxilos e dos fenóis ou hidrogênio covalente (JACKSON, 1963; McLEAN & OUTROS, 1964 e 1965; BHUMBLA & McLEAN, 1965; BRAUNER & CATANI, 1967; COLEMAN & THOMAS, 1967; PIONKE & COREY, 1967).

Apesar do hidrogênio adsorvido na forma iônica e dos íons monômeros de alumínio trocável se evidenciarem como os componentes mais ativos da acidez de alguns solos, a influência dos outros fatores sobre a acidez pode também apresentar impor-

¹ Entregue para publicação em 28/6/1969.

² Cadeira de Química Analítica e Físico Química. E.S.A. "Luiz de Queiroz". USP.

³ Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

tância (JACKSON, 1963; McLEAN & OUTROS, 1964; BRAUNER & CATANI, 1967).

O presente trabalho tem como finalidade o estudo da extração contínua de alumínio com solução 1 N de KCl de diversas amostras de solo, seguida da determinação do pH tanto dos extratos como das amostras em questão, o estudo quantitativo dos componentes da acidez das mencionadas amostras de solos, cujo alumínio trocável foi eliminado, através de duas extrações com solução 1 N de acetato de cálcio, com pH = 7,0.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material constituiu-se de sete amostras de solos cujas características mais importantes acham-se reunidas nos Quadros 1 e 2.

QUADRO 1 - Descrição genérica das amostras de solos estudados (RANZANI, FREIRE & KINJO, 1966)

Nº	Grupo	Série	Horizonte e profundid., em cm	Classe Textural
1	Podzólico vermelho amarelo, var.Laras	Anhumas	Ap 0 - 50	Barro Arenoso fino Barro Arenoso fino
7	Podzólico vermelho amarelo, var.Laras	Cruz Alta	Ap 0 - 15	Areia fina
13	Podzólico vermelho amarelo, var.Piracicaba	Godinhos	Ap1 0 - 25	Barro limoso
16	Podzólico vermelho amarelo, var.Piracicaba	Godinhos	A3/B1 70- 80	Barro argilo limoso
17	Podzólico vermelho amarelo, var.Piracicaba	Godinhos	B2 80-100	Argila
21	Podzólico vermelho amarelo, var.Piracicaba	Ibitiruna	B22 60-105	Barro arenoso fino
26	Latosol vermelho escuro-orto	Guamium	Ap 0 - 10	Argila

QUADRO 2 - Algumas características químicas das amostras estudadas

Nº	pH(*)	%C	Ca ²⁺ (**)	Mg ²⁺ (**)	K ⁺ (***)
			e.mg por 100 g de solo		
1	4,70	0,77	0,22	0,06	0,05
7	4,80	0,42	0,43	0,35	0,19
13	4,60	0,94	1,35	0,78	0,19
16	4,40	0,56	0,60	0,52	0,09
17	4,40	0,37	0,62	0,56	0,10
21	5,10	0,27	1,20	0,64	0,37
26	4,80	0,60	0,83	0,65	0,06

(*) pH em suspensão aquosa 1 : 2,5

(**) extração com solução 1 N de KCl

(***) extração com solução 0,05 N de HNO₃

Os métodos e técnicas empregados foram os seguintes:

Extração contínua do alumínio trocável e do hidrogênio adsorvido na forma iônica com solução 1 N de KCl

Procedimento:

a) Transferir 10 g de terra para tubo percolador de 2,5 cm de diâmetro por 30-35 cm de altura.

b) Adicionar 5 x 50 ml de solução normal de KCl, recebendo cada porção de 50 ml em recipiente separado.

c) Lavar o tubo percolador e a terra com 3 x 20 ml de solução hidroalcoólica a 80%.

d) Determinar nas diversas porções do extrato, obtido com solução normal de KCl, o pH, a acidez titulável e o alumínio trocável (BRAUNER, CATANI & BITTENCOURT, 1966; ALONSO, 1967); calcular o hidrogênio iônico adsorvido, por diferença entre a acidez titulável e o alumínio trocável.

e) Transferir a terra do tubo percolador para copo de 50 ml, adicionar 25 ml de água destilada, homogeneizar, deixar em repouso por uma hora e determinar o pH da suspensão aquosa.

Os dados obtidos acham-se reunidos no Quadro 3, em resultados obtidos e discussão.

Extração do hidrogênio covalente (e de outros componentes) com solução 1 N de acetato de cálcio, com pH = 7,0, das amostras sem alumínio trocável

Procedimento:

a) Transferir, para tubo percolador, 10 g de terra misturada com 10 g de areia lavada.

b) Fazer passar, por meio de vácuo, 5 x 50 ml de solução normal de KCl, recolhendo-se cada porção de 50 ml em frasco de Erlenmeyer de 125 ml.

c) Adicionar, em seguida, 2 x 100 ml de solução normal de acetato de cálcio, com pH = 7,0, recolhendo-se também cada porção de 100 ml em frascos de Erlenmeyer de 125 ml.

d) Lavar o tubo percolador e a terra com 3 x 20 ml de solução hidroalcoólica a 80%.

e) Transferir a terra do tubo percolador para um copo de 50 ml, juntar 25 ml de água destilada, homogeneizar, deixar em repouso por uma hora e fazer a leitura do pH em potenciômetro.

f) Nos extratos obtidos com solução normal de KCl, determinar o pH, a acidez titulável e o alumínio trocável.

g) Nos extratos obtidos com solução normal de acetato de cálcio, com pH = 7,0, determinar, numa alíquota de 10 ml, o pH; em outra alíquota de 50 ml, o hidrogênio ligado por covalência, através de titulação com solução padronizada de NaOH 0,02 N, usando fenolftaleína como indicador.

Os resultados obtidos estão no Quadro 4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes à extração do alumínio trocável e do hidrogênio iônico adsorvido, acham-se no Quadro 3.

Os dados do Quadro 3 permitem, em primeiro lugar,

QUADRO 3 - Variação do alumínio trocável e do hidrogênio iônico absorvido em função do volume de solução 1 N de KCl. Variação do extrato de KCl e da suspensão aquosa do solo após a extração.

Amostra Nº	Extração c/ sol. KCl 1N	pH do solo(*) antes - após a extração c/ sol. KCl 1N		pH do extrato (**)	Al ³⁺ (**)	Ac. tit. (**)	H ⁺ iônico absorvido (***)
		e. mg / 100 g terra					
1		4,70 - 6,30					
	1a.	- -	4,30	1,88	2,09	0,21	
	2a.	- -	4,75	0,09	0,11	0,02	
	3a.	- -	4,75	0,08	0,09	0,01	
	4a.	- -	4,80	tr.	tr.	tr.	
	5a.	- -	4,85	tr.	tr.	tr.	
				2,05	2,29	0,24	
7		4,80 - 6,50					
	1a.	- -	4,30	1,56	1,73	0,17	
	2a.	- -	4,45	0,07	0,15	0,08	
	3a.	- -	4,50	0,06	0,11	0,05	
	4a.	- -	4,55	0,04	0,09	0,05	
	5a.	- -	4,65	tr.	0,04	0,04	
				1,73	2,12	0,39	
13		4,60 - 5,80					
	1a.	- -	3,85	2,75	3,00	0,25	
	2a.	- -	4,15	0,33	0,49	0,16	
	3a.	- -	4,30	0,13	0,30	0,17	
	4a.	- -	4,35	0,08	0,15	0,07	
	5a.	- -	4,40	0,05	0,11	0,06	
				3,34	4,05	0,71	
16		4,40 - 6,05					
	1a.	- -	3,90	4,92	5,11	0,19	
	2a.	- -	4,25	0,28	0,34	0,06	
	3a.	- -	4,55	0,12	0,17	0,05	
	4a.	- -	4,75	0,06	0,09	0,03	
	5a.	- -	4,80	tr.	0,06	0,06	
				5,38	5,77	0,39	
17		4,40 - 6,25					
	1a.	- -	3,95	5,20	5,37	0,17	
	2a.	- -	4,30	0,61	0,83	0,22	
	3a.	- -	4,35	0,14	0,21	0,07	
	4a.	- -	4,50	0,09	0,13	0,04	
	5a.	- -	4,55	0,07	0,11	0,04	
				6,11	6,65	0,54	
21		5,10 - 5,45					
	1a.	- -	4,25	2,05	2,22	0,17	
	2a.	- -	4,50	0,08	0,09	0,01	
	3a.	- -	4,60	tr.	0,06	0,06	
	4a.	- -	4,65	tr.	0,04	0,04	
	5a.	- -	4,70	tr.	tr.	tr.	
				2,13	2,41	0,28	
26		4,80 - 5,05					
	1a.	- -	4,40	0,38	0,51	0,13	
	2a.	- -	4,55	0,13	0,21	0,08	
	3a.	- -	4,60	0,08	0,13	0,05	
	4a.	- -	4,75	0,06	0,09	0,03	
	5a.	- -	4,75	tr.	0,06	0,06	
				0,65	1,00	0,35	

(*) determinado em suspensão aquosa do solo na proporção 1:2,5.

(**) determinado no extrato obtido com solução 1 N de KCl.

(***) calculado por diferença entre a acidez titulável e o alumínio trocável.

salientar que a extração tanto do alumínio trocável como da acidez titulável de 10 g de terra, praticamente se completou com 100 ml de solução 1 N de KCl. É pequena, sob o aspecto quantitativo, a contribuição do hidrogênio iônico adsorvido em relação à acidez titulável ou em relação ao alumínio trocável, fatos já assinalados em trabalhos anteriores (BRAUNER, CATANI & BITTENCOURT, 1966).

Os dados do Quadro 3 esclarecem ainda que enquanto em algumas amostras a remoção do alumínio trocável e do hidrogênio iônico adsorvido, determinou uma elevação sensível do pH da suspensão aquosa, em outras a elevação foi menos sensível. De qualquer maneira, em todas as amostras o pH da suspensão aquosa sofreu um acréscimo. Por outro lado, pode-se também afirmar que apesar da intensa remoção dos dois componentes da acidez do solo considerados como os mais ativos (alumínio trocável e hidrogênio iônico adsorvido), subsistem ainda outras fontes de acidez, uma vez que o pH mais elevado após a citada remoção, foi da amostra nº 7, que alcançou 6,50. Em algumas das amostras, como as de número 26, 21 e 13, os valores do pH conservaram-se, respectivamente, 5,05, 5,45 e 5,80, indicando a provável presença de outros componentes ativos da acidez.

Daí a razão de se proceder a extração de outros componentes da acidez do solo com solução 1 N de acetato de cálcio, com pH = 7,0, após a extração da acidez titulável, de algumas das amostras em estudo, resultando os dados do Quadro 4,

Os dados do Quadro 4 esclarecem que o pH da suspensão aquosa sofreu um acréscimo, após as amostras terem sido submetidas à extração com solução 1 N de acetato de cálcio. Por outro lado, o pH dos extratos apresentou valores inferiores a 7,0, indicando a extração de outros componentes ácidos das amostras já tratadas com solução 1 N de KCl. Esta assertiva é confirmada pelos dados da última coluna do Quadro 4, que apresenta a acidez das amostras extraída com a solução de acetato de cálcio, expressa em e.mg de hidrogênio por 100 g de solo.

Conclui-se que, algumas das amostras estudadas, apresentam outros componentes ativos da acidez do solo, além do alumínio trocável e do hidrogênio adsorvido.

CONCLUSÕES

a) A extração contínua do alumínio trocável e do hidrogênio iônico adsorvido (acidez titulável), com solução 1 N

QUADRO 4 - Extração de hidrogênio covalente e de componentes da acidez do solo com solução 1N de acetato de cálcio, com pH = 7,0, em amostras já submetidas à extração da acidez titulável, com solução 1 N de KCl.

Amostra nº	Extração com sol.ac.cálcio 1 N	pH do solo antes-após (*) (**)	pH do extrato	Acidez extraída com sol. de acetato de cálcio e. mg H ⁺ / 100 g de Solo
13	1a.	5,80 7,20	6,40	3,94
	2a.	- -		
				4,52
16	1a.	6,05 7,60	6,60	3,01
	2a.	- -		
				3,69
17	1a.	6,25 7,35	6,60	2,96
	2a.	- -		
				3,06
21	1a.	5,45 7,45	6,60	1,94
	2a.	- -		
				1,94
26	1a.	5,05 7,25	6,50	3,89
	2a.	- -		
				4,52

(*) pH da suspensão aquosa do solo (1:2,5) antes da extração com solução de acetato de cálcio 1 N, com pH = 7,0, mas após a extração da acidez titulável com solução de KCl 1N.

(**) pH da suspensão aquosa do solo (1:2,5) após a extração com solução de acetato de cálcio 1 N, com pH = 7,0.

de KCl, praticamente se completou quando 100 ml do extrator percolaram através de 10 g das amostras estudadas. A maior parcela da acidez titulável foi constituída de alumínio trocável, isto é, a contribuição do hidrogênio iônico adsorvido foi pequena.

b) A extração do alumínio trocável e do hidrogênio iônico adsorvido, com solução de KCl 1 N, causou, em todas as amostras, um acréscimo do pH, determinado em suspensão aquosa do solo na proporção de 1 : 2,5.

c) Algumas amostras submetidas à extração com solução 1 N de KCl apresentaram um acréscimo do pH não muito elevado. É provável que estejam presentes outros componentes da acidez do solo também ativos e suscetíveis de serem extraídos com solução N de acetato de cálcio, com pH = 7,0.

SUMMARY

Aluminum and hydrogen ions extracted from soils with 1 N KCl solution are considered the most active forms of acidity. In fact, the displacement of those ions by continuous percolation with 250 ml of 1 N KCl solution increased the pH of seven soils samples studied, determined in soil: water proportion 1 : 2,5. However, the pH of five soils samples remained 6.25, 6.05, 5.80, 5.45 and 5.05 after the extraction with 1 N KCl solution, pointing out the presence of other active forms of acidity. Those samples which were treated with KCl solution and then with 1 N calcium acetate solution (pH=7,0) presented other components of soil acidity, determined by titration with standardized 0,02 N NaOH solution.

LITERATURA CITADA

ALONSO, O., 1967. Influência do alumínio sobre a acidez do solo. Relatório nºs 1 e 2, apresentado ao Conselho Nacional de Pesquisas, com 8 e 10 pp (datilografados), respectivamente.

BHUMBLA, D.R. & E.O. McLEAN, 1965. Aluminum in soils. Changes in pH - dependent acidity cation-exchange capacity and extractable aluminum with additions of lime to acid surface soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 29 (4): 370-374.

- BRAUNER, J.L., R.A. CATANI & V.C. BITTENCOURT, 1966. Extração e determinação do alumínio trocável do solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 23: 54-73.
- BRAUNER, J.L. & R.A. CATANI, 1967. Variação no teor de alumínio trocável do solo influenciada pela aplicação de carbonato de cálcio. No prelo dos Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Volume XXV.
- COLEMAN, N.T. & G.W. THOMAS, 1967. The Basic Chemistry of Soil Acidity. Em: Soil Acidity and Liming. Editado por R.W. Pearson & F. Adams. American Society of Agronomy, Publishers. Madison. U.S.A., pp 1-34.
- McLEAN, E.O. & OUTROS, 1964. Aluminum in soils. V. Form of aluminum as a cause of soil acidity and a complication in its measurements. Soil Sci., 97 (2): 119-126.
- McLEAN, E.O. & OUTROS, 1965. Aluminum in soils. VII. Interrelationships of organic matter, liming and extractable aluminum with "permanent charge" and pH-dependent cation-exchange capacity of surface soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 29 (4): 374-378.
- JACKSON, M.L., 1963. Aluminum bonding in soils: a unifying principle in soil science. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 27 (1): 1-10.
- PIONKE, H.B. & R.B. COREY, 1967. Relations between acidic aluminum and soil pH, clay and organic matter. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 31 (6): 749-752.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos. 85 pp, mimeografadas.

