

NOTA

ACIDEZ POTENCIAL ESTIMADA PELO MÉTODO DO pH SMP EM SOLOS DA REGIÃO DO VALE DO JEQUITINHONHA NO ESTADO DE MINAS GERAIS⁽¹⁾

Enilson de Barros Silva⁽²⁾, Hesmael Antonio Orlandi Costa⁽³⁾ & Múcio Magno de Melo Farnezi⁽³⁾

RESUMO

A acidez potencial tem grande importância pelo seu uso na determinação da necessidade de calagem pelo método da saturação de bases. O objetivo deste trabalho foi definir uma equação de regressão que estime o teor de H + Al a partir do pH SMP medido na suspensão solo-solução SMP, associada à determinação do pH em água, para solos da Região do Vale do Jequitinhonha. As análises dos teores de H + Al, extraídos por acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0, e dos valores de pH SMP foram realizadas no laboratório de fertilidade do solo da UFVJM em 50 amostras de solos, com valores de pH em água variando de 4,0 a 7,6, teores de carbono orgânico de 1 a 29 g kg⁻¹ e os de argila de 100 a 810 g kg⁻¹. A acidez potencial, expressa em cmol_c dm⁻³, pode ser estimada pelo uso do pH SMP, por meio da equação: $\ln(H + Al) = 8,26 - 1,124312 \text{ pH SMP}$ ($R^2 = 0,97$).

Termos de indexação: pH do solo, necessidade de calagem, solução-tampão, H + Al.

SUMMARY: *POTENTIAL ACIDITY ESTIMATED BY pH SMP METHOD IN SOILS OF THE JEQUITINHONHA VALLEY, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL*

The potential acidity is important because it is used in the determination of base saturation and the estimation of lime requirement. The objective of this study was to establish a regression equation to estimate the potential acidity with the SMP-pH measured

⁽¹⁾ Recebido para publicação em dezembro de 2004 e aprovado em maio de 2006.

⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM. Caixa Postal 38, CEP 39100-000 Diamantina (MG). E-mail: ebsilva@fafeid.edu.br.

⁽³⁾ Aluno do Curso de Mestrado em Produção Vegetal, UFVJM. Caixa Postal 38, CEP 39100-000 Diamantina (MG).

in water under agitation of the SMP equilibrium solution with soil samples from the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais State, Brazil. The H + Al concentration measured by 0.5 mol L⁻¹ calcium acetate pH 7.0 and SMP pH were determined in 50 soil samples at the soil fertility laboratory of the UFVJM (Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys). Their pH in water ranged from 4.0 to 7.6, organic carbon concentration varied from 1 to 29 g kg⁻¹ and the clay content ranged from 100 to 810 g kg⁻¹. The potential acidity, expressed in cmol_c dm⁻³, can be estimated by measuring the SMP pH using the equation: Ln (H + Al) = 8.26 - 1.124312 pH SMP (R² = 0.97)

Index terms: soil pH, lime requirement, buffer solution, H + Al.

INTRODUÇÃO

Na recomendação de calagem no Estado de Minas Gerais; são utilizados os métodos da neutralização do Al trocável e elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis e o da elevação da saturação por bases (Alvarez V. & Ribeiro, 1999). Este último considera a capacidade de troca cátions (CTC) a pH 7,0 dos solos, cujo cálculo leva em conta, dentre outras propriedades, a acidez potencial.

A acidez potencial é constituída pela somatória do H + Al do solo, extraídos com soluções de sais tamponadas ou misturas de sais neutros com solução-tampão (Peech, 1965). Nessa análise, as soluções mais empregadas são o cloreto de bário tamponado com trietanolamina a pH 8,2, o acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e a solução-tampão SMP (Raij, 1991).

No Brasil, o método de determinação da acidez potencial com a solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 é considerado como padrão (Raij et al., 1987). A solução de acetato de cálcio, por ter o pH tamponado a 7,0, pode extrair grande parte da acidez potencial (Vettorri, 1969). Esse método, entretanto, tem apresentado algumas limitações, tais como: consumo de grande quantidade de reagente por amostra (Moreira et al., 2004); difícil visualização do ponto de viragem do indicador (fenolftaleína) (Pereira et al., 1998); custo e tempo operacional elevados, por envolver as etapas de extração e determinação titulométrica do H + Al (Escosteguy & Bissani, 1999), e subestimação dos teores de H + Al de solos de pH mais alto (acima de 6,0), o que se deve ao tamponamento deficiente da solução em solos com pH em água em torno de pH 7,0 (Raij, 1991).

Segundo Raij et al. (1987) e Ciprandi (1993), a acidez potencial pode ser estimada pelo uso do pH SMP, o qual apresenta boa correlação com o teor de H + Al extraído com acetato de cálcio. O pH SMP corresponde ao valor do pH de equilíbrio obtido na suspensão entre o solo e a solução-tampão SMP, que foi utilizado, inicialmente, como método rápido de determinação da necessidade de calagem (Shoemaker et al., 1961). Considerando a facilidade e a eficiência apresentada na estimativa da acidez potencial, esse método tem sido utilizado por vários laboratórios brasileiros em substituição ao método da solução de acetato de cálcio.

A determinação do pH SMP é feita com a adição da solução-tampão após determinação do pH do solo em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹, sendo a leitura feita no sobrenadante, de modo que o bulbo do eletrodo toque ligeiramente o solo sedimentado no fundo do frasco (Corrêa et al., 1985; Quaggio et al., 1985; Sousa et al., 1989; Maeda et al., 1997; Pereira et al., 1998; Gama et al., 2002; Sambatti et al., 2003 e Moreira et al., 2004). Outros autores associaram o uso da solução SMP à determinação do pH do solo em água determinando-se o pH SMP no sobrenadante (Nascimento, 2000; Silva et al., 2000, Silva et al., 2002 e Moreira et al., 2004) ou na suspensão solo-solução (Pavan et al., 1996; Escosteguy & Bissani, 1999, Silva, 1999 e Kamiski et al., 2002).

As diferenças na determinação do pH SMP e as influências das características dos solos conferem ampla variação nas equações. Em razão disso, as equações são de uso restrito para as condições de solo e procedimentos operacionais que foram estabelecidas.

O objetivo deste trabalho foi definir uma equação de regressão que estime a acidez potencial (H + Al) a partir do pH SMP associado à determinação do pH em água, para solos da Região do Vale do Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no laboratório de fertilidade do solo do Departamento de Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) em Diamantina, MG. Foram selecionadas 50 amostras de solo provenientes de vários municípios da Região do Vale do Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais, com variação na classificação em nível de subordem, segundo Embrapa (1999), em valores de pH em água, pH SMP, Al trocável, acidez potencial, C orgânico e no teor de argila (Quadro 1).

Na determinação da acidez potencial (H + Al), foram utilizados 5,0 cm de terra fina seca ao ar e 75 mL da solução de Ca(CH₃COO)₂.H₂O 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0, em erlenmeyer de 125 mL. Após agitação por 15 min e repouso de 16 h, retirou-se uma alíquota

Quadro 1. Classificação dos solos selecionados e valores de pH em água, pH SMP, alumínio trocável (Al³⁺), acidez potencial (H + Al), carbono orgânico (C.O.) e argila das amostras utilizadas

Classificação do solo ⁽¹⁾	pH água	pH SMP	Al ³⁺	H + Al	C.O.	Argila
			—cmol _c dm ⁻³ —		—g kg ⁻¹ —	
Argilossolo Acinzentado	5,0	6,1	3,6	4,2	1	610
Argilossolo Vermelho	5,8	6,3	0,1	3,3	9	510
Argilossolo Vermelho	5,8	6,3	0,3	3,3	8	110
Argilossolo Vermelho-Amarelo	5,1	5,9	0,3	5,2	6	360
Argilossolo Vermelho-Amarelo	7,0	7,1	0,1	1,3	8	200
Argilossolo Vermelho-Amarelo	6,0	6,5	0,3	2,5	3	160
Argilossolo Vermelho-Amarelo	5,0	6,4	0,3	3,2	2	160
Argilossolo Vermelho-Amarelo	4,2	5,2	1,4	8,7	12	310
Argilossolo Vermelho-Amarelo	5,1	5,2	1,1	11,4	17	160
Argilossolo Vermelho-Amarelo	4,2	5,4	3,5	10,3	29	110
Argilossolo Vermelho-Amarelo	5,8	5,3	0,7	14,0	22	160
Argilossolo Vermelho-Amarelo	4,8	4,7	2,5	14,7	19	260
Argilossolo Vermelho-Amarelo	5,1	5,2	2,0	11,4	16	460
Argilossolo Vermelho-Amarelo	5,4	5,2	0,8	11,4	20	410
Cambissolo	4,8	6,0	0,5	4,7	9	560
Latossolo Vermelho	7,6	7,0	0,1	1,5	19	460
Latossolo Vermelho	6,0	6,3	0,7	3,8	14	460
Latossolo Vermelho	5,0	5,4	0,6	8,6	18	460
Latossolo Vermelho	6,4	6,4	0,3	3,2	14	610
Latossolo Vermelho	5,9	5,9	0,4	5,2	24	610
Latossolo Vermelho	5,0	5,6	0,5	7,3	22	510
Latossolo Vermelho	4,6	5,1	0,1	11,4	16	710
Latossolo Vermelho	4,9	5,1	1,6	12,0	21	610
Latossolo Vermelho	5,5	5,3	1,5	13,2	24	610
Latossolo Vermelho	5,0	4,9	2,3	14,5	23	360
Latossolo Vermelho	4,7	6,3	1,7	3,3	6	760
Latossolo Vermelho	6,4	6,5	0,1	2,7	12	210
Latossolo Vermelho	5,2	5,6	0,4	7,3	12	510
Latossolo Vermelho	4,7	5,2	1,3	11,4	10	460
Latossolo Vermelho	5,6	5,8	0,1	5,8	27	810
Latossolo Vermelho-Amarelo	7,4	7,1	0,1	1,3	12	360
Latossolo Vermelho-Amarelo	6,5	6,8	0,1	1,7	9	610
Latossolo Vermelho-Amarelo	4,6	5,0	1,9	9,2	17	410
Latossolo Vermelho-Amarelo	4,0	6,2	2,2	3,7	5	710
Latossolo Vermelho-Amarelo	5,2	5,8	0,5	5,8	7	660
Latossolo Vermelho-Amarelo	5,3	6,1	0,3	4,2	7	360
Latossolo Vermelho-Amarelo	5,4	6,5	0,1	2,7	12	760
Neossolo Quartzarênico	5,7	7,4	0,1	0,9	7	60
Neossolo Quartzarênico	6,6	6,8	0,5	1,7	8	50
Neossolo Quartzarênico	7,0	6,6	0,1	2,2	6	80
Neossolo Quartzarênico	6,6	6,7	0,1	2,0	5	90
Neossolo Quartzarênico	7,0	6,6	0,1	2,1	3	70
Neossolo Quartzarênico	4,7	6,8	1,2	1,9	6	90
Neossolo Quartzarênico	5,4	6,3	0,1	3,9	25	80
Neossolo Quartzarênico	5,6	6,2	0,1	3,7	6	50
Neossolo Quartzarênico	4,6	5,1	1,3	12,7	15	60
Nitossolo Vermelho	6,3	6,5	0,1	2,7	13	510
Nitossolo Vermelho	6,3	6,6	0,1	2,4	12	610
Nitossolo Vermelho	5,0	4,9	1,1	15,9	25	510
Nitossolo Vermelho	4,8	5,2	0,6	11,4	16	460

⁽¹⁾ Embrapa (1999). pH_{água} – relação solo-água 1:2,5; pH SMP - na suspensão solo-solução associada à determinação do pH em água; Al³⁺ – extrator KCl 1 mol L⁻¹ e dosagem titulométrica ácido-base; H + Al - extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e dosagem titulométrica ácido-base; C.O. – método Walkley & Black; Argila – método da pipeta.

de 25 mL do sobrenadante para determinar o teor de H + Al por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹, utilizando fenolftaleína como solução indicadora (Embrapa, 1997).

Para o pH em água utilizou-se a relação solo:solução de 1:2,5, determinando-o na suspensão (Embrapa, 1997). Após a leitura do pH do solo, adicionaram-se 5,0 mL da solução-tampão SMP a pH 7,5, agitando por 15 min a 220 rpm. Após repouso por 60 min, procedeu-se à leitura do pH de equilíbrio na suspensão solo, após agitação. Desse modo, preservou-se a proporção solo:água:solução SMP de 10:25:5 adotada por Quaggio & Raij (2001). As análises de pH SMP e de H + Al em acetato de cálcio foram efetuadas em três repetições.

Utilizou-se os valores médios para ajustar a equação de regressão relacionando o pH SMP e o H + Al, com o uso de Software Table Curve. Escolheu-se a equação de melhor ajuste de acordo com o maior coeficiente de determinação. Estimou-se o H + Al para os 50 solos por meio dessa regressão e de 15 outras em uso no Brasil, sendo as estimativas comparadas pelo teste de Wilcoxon a 5 % (Campos, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação exponencial foi a que melhor expressou a relação entre o H + Al e o pH SMP ($R^2 = 0,97$) (Figura 1). Com essa equação estimou-se a acidez potencial a partir do pH SMP de 4,70 a 7,40 (Quadro 2), que é aplicável para solos da Região do Vale do Jequitinhonha do Estado de Minas Gerais. Cabe mencionar que, para solos com valores de H + Al acima de 8 cmol_c dm⁻³, ocorreu maior dispersão dos dados. Esta tendência pode ser explicada pela menor sensibilidade do método SMP quando se utiliza relações solo:água:solução SMP de 10:25:5. O reduzido volume de tampão é insuficiente para solos de maior tamponamento, sendo que nesse caso recomenda-se a relação 10:20:10 (Raij et al., 1979).

O atributo do solo que mais influenciou na acidez potencial dos 50 solos do Vale do Jequitinhonha foi o teor de carbono orgânico, pela melhor correlação positiva (Figura 2). Isso se deve à importância do H associado às cargas negativas dependentes de pH dos colóides orgânicos, que se dá por ligações covalentes sendo, portanto, dissociável com a elevação do pH pela solução SMP a pH 7,5. A correlação não significativa com o teor de argila (Figura 2), decorre de sua variação qualitativa entre os solos.

A correlação positiva do Al trocável e H + Al era esperada pelo fato de a acidez potencial (H + Al) referir-se ao total de H em ligação covalente, mais o Al, ou seja, a soma da acidez não-trocável e trocável. Da mesma forma, a correlação negativa com pH em água do solo deve-se à relação inversa entre pH e Al³⁺.

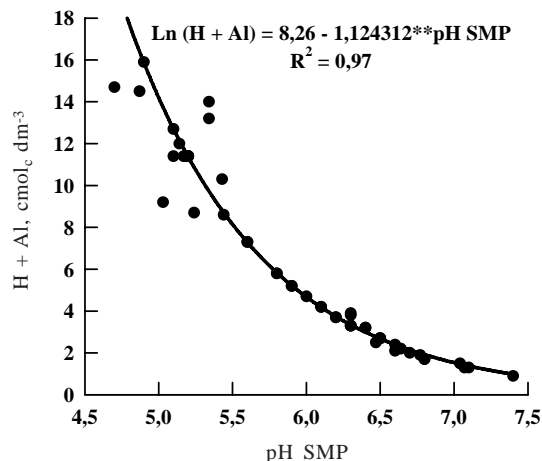


Figura 1. Relação entre acidez potencial (H + Al) extraídos com acetato de cálcio e pH SMP para solos da Região do Vale do Jequitinhonha. (** significativo a 1% pelo teste t)

Quadro 2. Estimativa da acidez potencial a partir do pH SMP para solos da Região Vale do Jequitinhonha

pH SMP	H + Al	pH SMP	H + Al
	cmol _c dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³
4,70	19,60	6,10	4,06
4,75	18,53	6,15	3,84
4,8	17,52	6,20	3,63
4,85	16,56	6,25	3,43
4,9	15,66	6,30	3,24
4,95	14,80	6,35	3,07
5,00	13,99	6,40	2,90
5,05	13,23	6,45	2,74
5,10	12,50	6,50	2,59
5,15	11,82	6,55	2,45
5,20	11,17	6,60	2,32
5,25	10,56	6,65	2,19
5,30	9,99	6,70	2,07
5,35	9,44	6,75	1,96
5,40	8,92	6,80	1,85
5,45	8,44	6,85	1,75
5,50	7,97	6,90	1,65
5,55	7,54	6,95	1,56
5,60	7,13	7,00	1,48
5,65	6,74	7,05	1,40
5,70	6,37	7,10	1,32
5,75	6,02	7,15	1,25
5,80	5,69	7,20	1,18
5,85	5,38	7,25	1,11
5,90	5,09	7,30	1,05
5,95	4,81	7,35	1,00
6,00	4,55	7,40	0,94
6,05	4,30		

A comparação da estimativa da acidez potencial das amostras de solo utilizadas com as equações ajustadas para diferentes Estados e regiões brasileiras encontra-se no quadro 3. A acidez potencial estimada

por meio das regressões em que o pH SMP é medido no sobrenadante, em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (Sousa et al., 1989), bem como as estimadas pelas equações de Escosteguy & Bissani (1999) e Kamiski et al. (2002), foram significativamente diferentes da estimada pela equação obtida neste estudo, o que já era esperado em decorrência das diferentes características dos solos, tais como: CTC, matéria orgânica, pH do solo, teor e tipo de argila, dentre outras.

A determinação do pH SMP em água, na suspensão após o equilíbrio, deve-se ao fato de o método apresentar baixo custo e ser de fácil realização na rotina de determinação do pH em água, o que também foi discutido por Moreira et al. (2004). Todavia, a determinação do pH em CaCl_2 é aconselhável em solos submetidos ao uso intenso de corretivos e de fertilizantes. A determinação do pH SMP na suspensão é um procedimento de mais fácil execução pelo

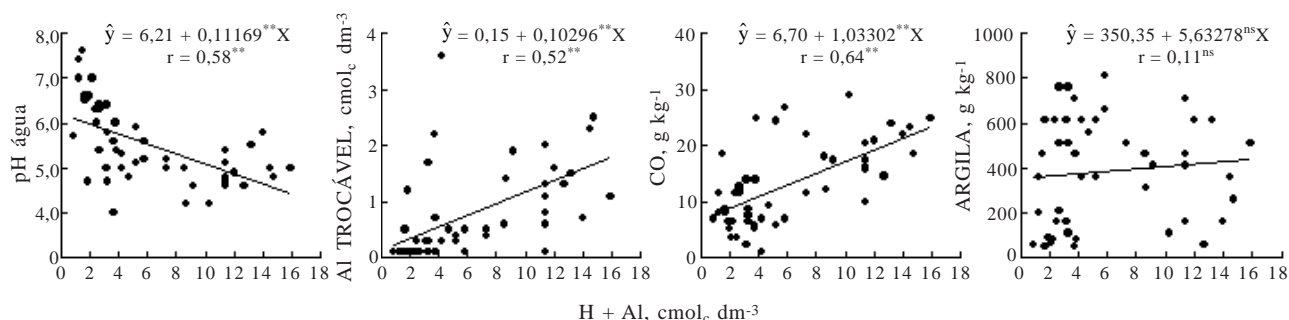


Figura 2. Correlação linear simples entre pH em água, Al trocável (Al^{3+}), carbono orgânico (CO) e teor de argila e a acidez potencial (H + Al). (** significativo a 1% pelo teste de t).

Quadro 3. Comparação dos valores de H + Al estimados a partir do pH SMP, por meio de equações ajustadas para diferentes Estados e regiões brasileiros

Região ou Estado	Referência ⁽¹⁾	H + Al (cmol _c dm ⁻³)			Índice (%)	χ^2
		Máximo	Mínimo	Média		
Medição em CaCl_2 sem agitação da solução SMP de equilíbrio						
Minas Gerais	Corrêa et al. (1985)	17,09	0,85	5,51	86	1,08
São Paulo	Quaggio et al. (1985)	16,62	0,97	5,62	88	0,73
Cerrados	Sousa et al. (1989)	14,87	0,83	4,96	78	1,62*
Mato Grosso Sul	Maeda et al. (1997)	22,08	1,26	7,41	116	1,17
Rio de Janeiro	Pereira et al. (1998)	19,17	1,22	6,65	104	0,70
Nordeste Paraense	Gama et al. (2002)	13,18	2,15	6,21	97	0,92
Noroeste do Paraná	Sambatti et al. (2003)	7,75	0,59	4,38	68	1,05
Amazonas	Moreira et al. (2004)	12,14	1,78	7,26	114	1,00
Medição em água sem agitação da solução SMP de equilíbrio						
Pernambuco	Nascimento et al. (2000)	9,25	2,14	5,26	82	0,40
Semi-árido do Nordeste	Silva et al. (2000)	19,90	0,78	6,76	106	0,17
Norte de Minas Gerais	Silva et al. (2002)	14,16	0,96	5,00	78	1,22
Amazonas	Moreira et al. (2004)	12,56	2,17	7,67	120	1,31
Medição em água com agitação da solução SMP de equilíbrio						
Paraná	Pavan et al. (1996)	13,08	1,75	5,78	90	0,39
Rio G. Sul e S. Catarina	Escosteguy & Bissani (1999)	11,57	1,02	4,44	70	1,92*
Sul do Brasil	Kamiski et al. (2002)	18,89	1,88	7,55	118	2,03*
Vale do Jequitinhonha	Presente trabalho	19,81	0,99	6,39	100	

⁽¹⁾ As equações utilizadas para estimar os teores de H + Al (cmol_c dm⁻³) a partir do pH SMP foram: MG: $\text{Ln}(H + Al) = 8,06 - 1,111 \text{ pH SMP}$; SP: $\text{Ln}(H + Al) = 7,76 - 1,053 \text{ pH SMP}$; Cerrados: $\text{Ln}(H + Al) = 7,719 - 1,068 \text{ pH SMP}$; MS: $\text{Ln}(H + Al) = 8,086 - 1,062 \text{ pH SMP}$; RJ: $\text{Ln}(H + Al) = 7,75 - 1,02 \text{ pH SMP}$; Nordeste Paraense: $H + Al = 1,3294 (\text{pH SMP})^2 - 20,173 \text{ pH SMP} + 78,63$; Noroeste do Paraná: $H + Al = 20,1925 - 2,6484 \text{ pH SMP}$; Amazonas (pH CaCl_2): $H + Al = 30,155 - 3,834 \text{ pH SMP}$; PE: $H + Al = 0,4837 (\text{pH SMP})^2 - 8,4855 \text{ pH SMP} + 38,448$; Semi-árido do Nordeste: $H + Al = 3,1521 (\text{pH SMP})^2 - 45,161 \text{ pH SMP} + 162,53$; Norte de Minas Gerais: $H + Al = 0,00359 + 1556,5806 e^{-\text{pH SMP}}$; Amazonas (pH água): $H + Al = 30,646 - 3,848 \text{ pH SMP}$; PR: $\text{Ln}(H + Al) = 6,068 - 0,744 \text{ pH SMP}$; RS e SC: $\text{Ln}(H + Al) = 6,68 - 0,9004 \text{ pH SMP}$; Sul do Brasil: $\text{Log}(H + Al) = 3,020 - 0,371 \text{ pH SMP}$; Vale do Jequitinhonha: $\text{Ln}(H + Al) = 8,21 - 1,111414 \text{ pH SMP}$.

*: Significativo a 5 %.

laboratorista do que a determinação no sobrenadante, com o cuidado de tocar ligeiramente o bulbo do eletrodo apenas na camada de terra sedimentada no fundo do frasco, conforme indicado por Quaggio & Raij (2001).

A necessidade de obter, de forma regional, a relação da acidez potencial com o pH SMP deve-se à diversidade dos solos brasileiros e à facilidade e ao menor custo da determinação do pH SMP.

CONCLUSÃO

Os teores de H + Al (cmol_c dm⁻³) dos solos da Região do Vale do Jequitinhonha do Estado de Minas Gerais podem ser estimados por meio da equação de regressão: $\ln(H + Al) = 8,26 - 1,124312 \text{ pH SMP}$ ($R^2 = 0,97$), para o pH SMP medido na suspensão solo:solução associado à rotina de determinação do pH em água.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ V., V.H. & RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. eds. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. p.43-60.
- CAMPOS, H. Estatística experimental não paramétrica. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1983. 349p.
- CIPRANDI, M.A.O. Avaliação da metodologia de determinação da acidez ativa e potencial em solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 90p. (Tese de Mestrado)
- CORRÊA, J.B.; COSTA, P.C.; LOPES, A.S. & CARVALHO, J.G. Avaliação de H + Al pelo método SMP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., Caxambu, 1985. Anais. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1985. p.111-112.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. - EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise do solo. Brasília, SPI, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos Rio de Janeiro, Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, SPI, 1999. 412p.
- ESCOSTEGUY, P.A. & BISSANI, C.A. Estimativa de H + Al pelo pH SMP em solos do estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. R. Bras. Ci. Solo, 23:175-179, 1999.
- GAMA, M.A.P.; PROCHNOW, L.I. & GAMA, J.R.N.F. Estimativa da acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no nordeste paraense. R. Bras. Ci. Solo, 26:1107-1113, 2002.
- KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C.; RHEINHEIMER, D.S.; MARTINS, J.R.; SANTOS, E.J.S. & TITSSOT, C.A. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calagem. R. Bras. Ci. Solo, 26:1107-1113, 2002.
- MAEDA, S.; KURIHRA, C.H.; HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C. & SILVA, W.M. Estimativa da acidez potencial, pelo método do pH SMP, em solos do Mato Grosso do Sul. Dourados, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 25p. (Boletim de Pesquisa, 3)
- MOREIRA, A.; ALMEIDA, M.P.; COSTA, D.G. & SANTOS, L.S. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. Pesq. Agropec. Bras., 39:89-92, 2004.
- NASCIMENTO, C.W.A. Acidez potencial estimada pelo pH SMP em solos do Estado de Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo, 24:679-682, 2000.
- PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L. & MIYAZAWA, M. Determinação indireta da acidez extraível do solo (H + Al) por potenciometria com a solução tampão SMP. Arq. Biol. Tecnol., 39:307-312, 1996.
- PEECH, M. Exchange acidity. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.905-913.
- PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S.; SOUZA, J.M.P.F.; PÉREZ, D.V. & DOS ANJOS, L.H.C. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos do Estado do Rio de Janeiro. R. Bras. Ci. Solo, 22:159-162, 1998.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van & MALAVOLTA, E. Alternative use of the SMP-buffer solution to determine lime requirement of soils. Comm. Soil Sci. Plant Anal., 16:245-260, 1985.
- QUAGGIO, J.A. & RAIJ, B. van. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A., eds. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agronômico, 2001. p.181-188.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Ceres/Potafos, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. & ZULLO, M.A.T. O método tampão SMP para determinação da necessidade de calagem de solos do Estado de São Paulo. Bragantia, 38:57-69, 1979.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.
- SAMBATTI, J.A.; SOUZA JUNIOR, I.G.; COSTA, A.C.S. & TORMENA, C.A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos em formação cauiá - Noroeste do Estado do Paraná. R. Bras. Ci. Solo, 27: 257-264, 2003.
- SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O. & PRATT, P.F. Buffer methods for determining the lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 25:274-277, 1961.
- SILVA, C.A.; AVELLAR, M.L. & BERNANDI, A.C.C. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos do semi-árido do nordeste brasileiro. R. Bras. Ci. Solo, 24:689-692, 2000.

- SILVA, E.B.; DIAS, M.S.C.; GONZAGA, E.I.C. & SANTOS, N.M. Estimativa da acidez potencial pelo pH SMP em solos da região norte do Estado de Minas Gerais. R. Bras. Ci. Solo, 26:561-565, 2002.
- SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 370p.
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. & CASTRO, L.H.R. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. R. Bras. Ci. Solo, 13:193-198, 1989.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7)