

Acidez potencial determinada pelo acetato de cálcio e pelo índice SMP em solos com diferentes condições de acidez no sistema plantio direto

Antonio Nolla¹, Ibanor Anghinoni², Carlos Alberto Bissani²
e Maria Anita Gonçalves da Silva³

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Agronomia, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP.: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia. Avenida Bento Gonçalves, 7712 - Caixa Postal 776, CEP.: 91540-000, Bairro Agronomia, Porto Alegre, RS.

³Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Agronomia, Campus Sede. Avenida Colombo, 5790 CEP.: 87020-900, Campus Universitário, Maringá, PR.

anolla@uem.br, ibanghi@ufrgs.br, bissani@ufrgs.br, magsilva@uem.br

Resumo: O acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ é um dos extratores mais utilizados para determinar a acidez potencial, apesar do custo elevado e tempo operacional longo. Assim, a acidez potencial tem sido estimada indiretamente pela correlação do índice SMP com o acetato de cálcio pH 7,0, utilizando-se, a partir de 2001, nova equação para determinação da acidez potencial pela correlação com o pH SMP: $\log (H+Al - \text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}) = 4,6317 - 0,4987 \text{ SMP}$ (Kaminski *et al.*, 2001). Objetivando avaliar esta equação, amostrou-se quatro experimentos com níveis de acidez, sob sistema de plantio direto: Latossolo Vermelho distroférrico típico - Sarandi e Marau; Latossolo Vermelho Distrófico típico – Passo Fundo e Latossolo Bruno distrófico típico – Vacaria. Os experimentos apresentavam, amplitude de acidez entre os tratamentos, permitindo a avaliação da equação atualmente utilizada para solos sob sistema plantio direto. A determinação da acidez potencial atualmente utilizada, apresentou valores concordantes com a necessidade de calagem nas variadas condições de acidez sob sistema plantio direto. A determinação da acidez potencial, pelo acetato de cálcio a pH 7,0, apresentou valores discordantes da necessidade de calagem para os tratamentos com índice SMP inferior a 5,0, indicando pouca sensibilidade aos solos com maior capacidade de troca de cátions.

Palavras-chave: H + Al, semeadura direta, calagem.

Potential acidity determined by calcium acetate and SMP index in soils with different acidity conditions in no tillage system

Abstract: The calcium acetate 0,5 mol L⁻¹ is one of the extractors more used to determine the potential acidity, in spite of the high cost and long operational time. Thus, the potential acidity has been estimated indirectly by the correlation between SMP index and the calcium acetate - pH 7,0. Since 2001, it has been used a new equation for determination of the potential acidity for the correlation with the pH SMP: $\log (H+Al - \text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}) = 4,6317 - 0,4987 \text{ SMP}$ (Kaminski *et al.*, 2001). To evaluate this equation, *samples were collected* in four experiments (Oxisols) with acidity levels, under no till. The experiments was showing in the sampling, levels of acidity among the treatments, allowing the evaluation of the new equation used for soils under no tillage system. The determination of the potential acidity determined with the

new equation, it presented values similar with the liming requirement in several conditions of acidity under no tillage system.

The determination of the potential acidity, by the calcium acetate - pH 7,0, presented different values of liming requirement for the treatments with the SMP index SMP below 5,0, indicating a few sensibility to the soils with larger cation exchange capacity .

Key words: H + Al, no till, liming.

Introdução

A acidez é considerada uma das principais causas da redução de produtividade das culturas dos solos brasileiros. Como causas da acidez, estão a água da chuva (dissociação do ácido carbônico – H_2CO_3), a decomposição de materiais orgânicos (dissociação de prótons de grupamentos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica e de restos culturais), a adição de fertilizantes nitrogenados (uréia, sulfato de amônio) e a lixiviação de cátions como cálcio, potássio e magnésio (Sá, 1993; Santos, 1997; Pöttker, 2002; Wiethölter, 2002, Nolla e Anghinoni, 2006). O cultivo do solo, tanto manejado no sistema convencional como no sistema plantio direto, também gera um processo de acidificação, em função de perdas e absorção pelas plantas de cátions básicos, pela mineralização de materiais orgânicos e em função da nitrificação (Pöttker e Ben, 1998; Nolla e Anghinoni, 2006; Nicolodi *et al.*, 2008).

A acidez do solo é dividida em quatro tipos: acidez ativa (medida pelo pH em solução); acidez trocável (H^+ e Al^{+3} adsorvidos ao complexo de troca de cátions); acidez não trocável (hidrogênio adsorvido covalentemente aos óxidos de ferro e matéria orgânica) e acidez potencial (somatório dos três tipos de acidez acima mencionados) ou acidez total ou de reserva (Nolla e Anghinoni, 2004, Sousa *et al.*, 2007). A acidez potencial do solo compreende os íons H^+ , H^0 e Al^{+3} que estão preferencialmente adsorvidos à fase sólida (matéria orgânica e colóides) e indica a capacidade tampão dos solos quando se altera a concentração de íons H^+ na fase líquida (Sousa *et al.*, 2007). Assim, pode-se afirmar que a aplicação de calcário, para neutralizar a acidez do solo e restabelecer o potencial produtivo, é baseada em todos os tipos de acidez ou na determinação da acidez potencial (Nolla e Anghinoni, 2006; Nicolodi *et al.*, 2008).

A medida da acidez potencial é efetuada utilizando-se soluções tamponadas ou pelo uso de misturas de sais neutros com soluções tampão (Quaggio, 2000). O acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ é um dos extratores mais utilizados para essa determinação (Escosteguy e Bissani, 1999; Pereira *et al.*, 2006; Ebeling *et al.*, 2008), capaz de extrair grande parte da acidez potencial (Vetori, 1969; Chaves *et al.*, 2007). No entanto, esse método demanda um custo elevado e tempo operacional longo (Raij, 1989). Por isso, a acidez potencial tem sido

estimada indiretamente pelo índice SMP em função da alta correlação com o H+Al determinado com o acetato de cálcio pH 7,0 (Raij, 1989; Ciprandi, 1993; Gama, 1998; Nolla e Anghinoni, 2004), utilizando-se, até recentemente, para os solos do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), a fórmula $\log H+Al \text{ (mmol}_c \text{ dm}^{-3}) = 3,9014 - 0,391 \text{ SMP}$; $r^2 = 0,90$ (Escosteguy e Bissani, 1999). Nestes estados, a acidez potencial vinha sendo estimada pelos laboratórios da ROLAS pela equação proposta por Escosteguy e Bissani (1999), porque apresentava grande similaridade com o método padrão (acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹). Entretanto, tem sido verificado que os valores de H+Al determinados pela equação são subestimados em solos muito tamponados (com índice SMP inferior a 5,5), provavelmente em função da deficiência do extrator (acetato de cálcio) em manter o pH da suspensão (solo-solução) próximo a 7,0 (Vetori, 1969). Assim, a partir de 2002, passou a ser utilizada no RS e SC, uma nova equação para a determinação da acidez potencial pela correlação com o pH SMP: $\log (H+Al - \text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}) = 4,6317 - 0,4987 \text{ SMP}$; $r^2 = 0,99$ (Kaminski *et al.*, 2001).

Com base nesse contexto, objetivou-se avaliar a equação proposta por Kaminski *et al.* (2001) para a determinação da acidez potencial de quatro solos sob diferentes condições de acidez sob sistema de plantio direto.

Material e Métodos

Analizou-se em amostras de solo de quatro experimentos (EMBRAPA Trigo e FEPAGRO – Vacaria - RS) sob sistema de plantio direto: O primeiro foi instalado pela EMBRAPA Trigo em um Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (unidade de mapeamento Erechim) no município de Sarandi – RS. Esta área foi cultivada sob sistema de preparo convencional entre 1988 a 1993, quando, então, foi estabelecido o sistema plantio direto, aplicando-se superficialmente, 0, 1,8 (1/4 SMP), 3,6 (1/2 SMP) e 7,2 (1 SMP – pH 6,0) Mg ha⁻¹ de calcário, além de outro tratamento com incorporação (0-20 cm) de 7,2 Mg ha⁻¹ de calcário, num delineamento em blocos casualizados com 3 repetições. A área vem sendo cultivada com soja (*Glycine max*)/milho (*Zea mays*) no verão e trigo (*Triticum aestivum*)/aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno. O segundo experimento foi instalado pela EMBRAPA Trigo em um Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (unidade de mapeamento Erechim) no município de Marau – RS. A área era de campo natural até 1993, quando então, foi estabelecido o sistema plantio direto, aplicando-se superficialmente, 0, 2,2 (1/4 SMP), 4,4 (1/2 SMP) e 8,8 (1 SMP – pH 6,0) Mg ha⁻¹ de calcário, além de outro tratamento com incorporação de 8,8 Mg ha⁻¹ de calcário, num delineamento em blocos casualizados com 3

repetições. A área também vem sendo cultivada com milho/soja no verão e trigo/aveia preta no inverno. Os experimentos 1 e 2 foram amostrados nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15 cm.

O terceiro experimento foi instalado pela EMBRAPA Trigo, em um Latossolo Vermelho distrófico típico, no sistema plantio direto, no município de Passo Fundo - RS. Esta área era de campo nativo até 1988, quando passou a ser cultivada, no sistema convencional, com milho ou soja no verão, e aveia preta no inverno, até 1994. Neste ano, ocorreu a instalação do sistema plantio direto, com a incorporação (0-20 cm) de 1 (1/24 SMP), 6 (1/4 SMP) e 24 Mg ha⁻¹ (1 SMP – pH 6,0) de calcário, num delineamento em blocos casualizados com 4 repetições. A área vem sendo cultivada, desde então, na sucessão aveia preta/soja/trigo/milho, com adubação fosfatada efetuada à lanço. O quarto experimento foi instalado pela FEPAGRO, em um Latossolo Bruno distrófico típico, onde foram incorporadas, em 1969, 0, 20 (1 SMP – pH 6,5) e 40 Mg ha⁻¹ de calcário num DBC - 4 repetições, cultivando-se em sistema de preparo convencional até 1985. Entre os anos de 1986 a 1992 a área foi cultivada com azevém sem a mobilização do solo; e atualmente está sob vegetação espontânea considerando-se essa condição semelhante àquela mantida pelo campo natural. Os experimentos 3 e 4 foram amostrados nas camadas de 0-5, 5-15 e 0-15 cm.

Determinou-se os seguintes atributos químicos dos solos estudados: pH H₂O (relação 1:1), pH CaCl₂ (relação 1:2,5 – CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹) e índice SMP (todos com eletrodo de vidro), cálcio e magnésio trocáveis (KCl 1 mol L⁻¹), determinados por espectrofotômetro de absorção atômica; alumínio trocável extraído com KCl 1 mol L⁻¹, e determinado por titulação com NaOH 0,0125 mol L⁻¹ e indicador de azul de bromotimol; o potássio disponível foi extraído pelo método Mehlich-1 e determinado com fotômetro de chama. Todas essas análises foram efetuadas conforme Tedesco *et al.* (1995). Estimou-se a CTC efetiva (Ca + Mg + K + Al trocáveis), a soma de bases (S) e a saturação por alumínio (m). A acidez potencial foi obtida pelo método do acetato de cálcio (Embrapa, 1999) e pela equação proposta por Kaminski *et al.* (2001) [$\log H+Al$ (mmol_c dm⁻³) = 4,6317 – 0,4987 SMP; r² = 0,99]. A CTC a pH 7,0 e a saturação por bases foram baseadas nas duas formas de determinar a acidez potencial (acetato de cálcio e na equação proposta).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SANEST e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Através de estudos de correlação e regressão, comparou-se a eficiência e sensibilidade dos dois métodos de determinação da acidez potencial em diferentes condições de acidez.

Resultados e Discussão

Os resultados dos atributos químicos nos diversos tratamentos dos quatro experimentos quatro demonstraram que, após vários anos da prática da calagem (no mínimo oito anos), ainda se mantém uma grande amplitude no grau de acidez do solo e na concentração de nutrientes (Tabela 1). Dessa forma, as condições eram adequadas para avaliar a precisão dos métodos para a determinação para a calagem em solos sob sistema plantio direto.

Tabela 1: Amplitude de atributos químicos entre os tratamentos dos experimentos conduzidos no sistema de plantio direto, provenientes de lavouras sob sistema de cultivo convencional (1,2 e 3) e de campo natural (4)

Índice	Sarandi ⁽¹⁾	Passo Fundo ⁽²⁾	Vacaria ⁽³⁾	Marau ⁽⁴⁾
pH H ₂ O	4,4 - 5,9	4,0-6,8	3,9-6,0	4,1 - 6,0
pH CaCl ₂	3,5 - 4,8	3,3-6,2	3,7-4,8	3,4 - 5,3
Necessidade de calagem ^(*) (Mg ha ⁻¹)	17,3 - 3,7	21,0-0,0	21,0-4,8	21,0 - 0,0
Cálcio trocável (cmol _c kg ⁻¹)	1,12-7,51	0,46-8,32	2,40-11,06	0,69-8,56
Magnésio trocável (cmol _c kg ⁻¹)	0,42-3,84	0,22-5,33	1,83-7,30	0,36-5,46
Alumínio trocável (cmol _c kg ⁻¹)	2,05 - 0,09	3,79-0,01	2,55-0,07	4,02 - 0,01
K (mg dm ⁻³)	127-298	36-79	49-192	107-264
Soma de bases (cmol _c kg ⁻¹)	1,87-12,04	0,83-13,66	4,47-18,72	1,32-14,67
H+Al (cmol _c kg ⁻¹) – acetato de cálcio	9,99-4,38	9,64-2,41	10,36-5,79	12,43-4,75
H+Al (cmol _c kg ⁻¹) – equação (Kaminski <i>et al.</i> 2001)	25,02-5,13	38,76-1,90	30,37-6,42	32,99-3,58
CTC pH 7,0 (cmol _c kg ⁻¹)	13,88-27,01	15,05-39,59	22,44-34,84	16,20-34,31
Saturação por alumínio (m%)	61-1	82-0	36-1	75-0
Saturação por bases (V%)	7,37-70,12	2,10-87,37	12,83-71,39	3,85-80,38
Carbono orgânico (g kg ⁻¹)	28,3-32,9	27,7-32,7	32,6-39,8	29,7-36,5

^(*) – Método SMP para elevar o pH do solo até 6,0

⁽¹⁾ = Latossolo Vermelho distroférico típico; ⁽²⁾ = Latossolo Vermelho distroférico típico ; ⁽³⁾ = Latossolo Vermelho distrófico típico; ⁽⁴⁾ = Latossolo Bruno distrófico típico

Observa-se, de maneira geral, que os valores de acidez potencial determinados pelo método do acetato de cálcio foram menores do que aqueles estimados pela equação atualmente em uso (Tabela 1). Observa-se, com maior detalhe na Figura 1, nas condições onde há aumento da acidez potencial do solo (índice SMP inferior a 5,2) entre os tratamentos dos experimentos, a acidez potencial determinada pela equação aumenta significativamente, chegando a valores superiores a 4 vezes nos tratamentos onde o índice SMP é inferior a 4,0. Quando a acidez potencial é determinada pelo método do acetato de cálcio, entretanto, há

pouca sensibilidade quanto ao aumento da acidez do solo, o que indica pouca confiabilidade desta metodologia para solos com elevada acidez ($\text{pH SMP} < 5,0$), alto poder tampão e também alta concentração de matéria orgânica ($> 50 \text{ g kg}^{-1}$) (Sambatti *et al.*, 2003; Moreira *et al.*, 2004; Ebeling *et al.*, 2008).

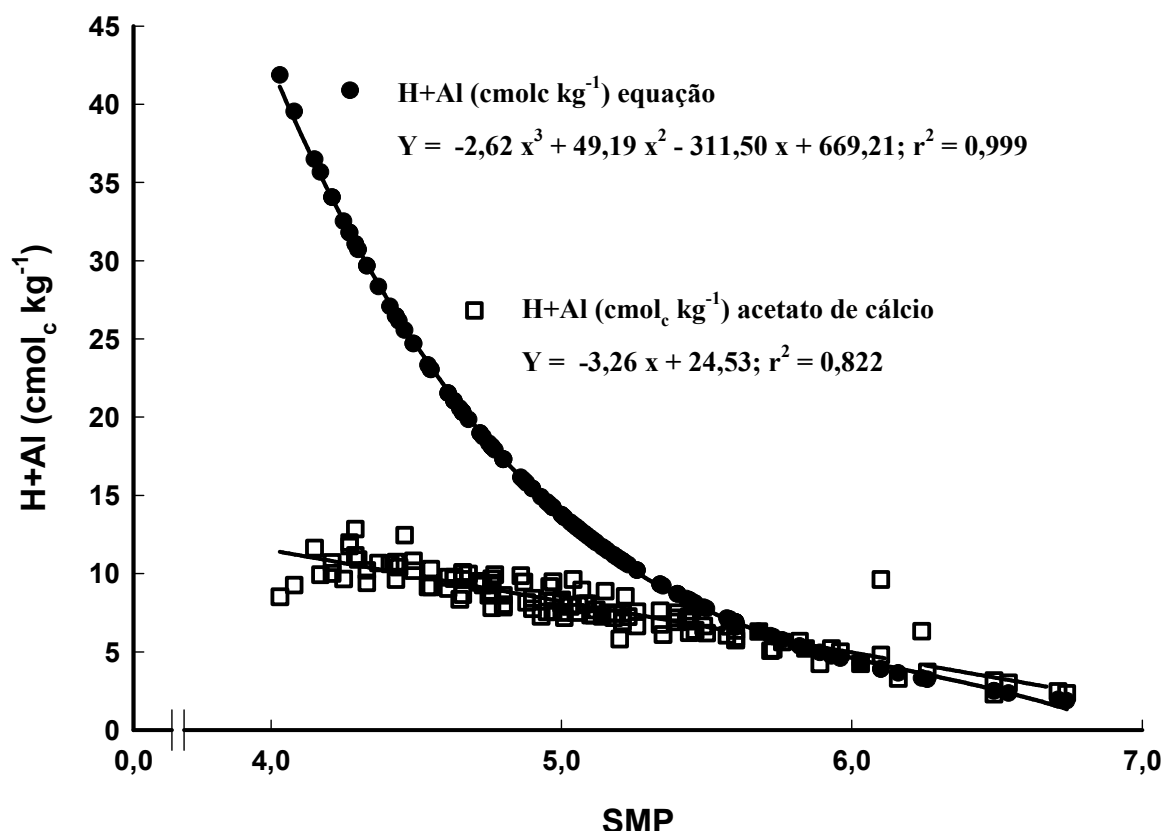


Figura 1: Relação entre o índice SMP e o valor de H+Al determinado pelo método do acetato de cálcio e da equação que relaciona a acidez potencial com o índice SMP em solos provenientes de campo natural e lavoura convencional após a aplicação de doses de calcário e atualmente cultivados no sistema plantio direto.

Esperava-se que houvesse uma maior similaridade entre os valores obtidos entre os dois métodos, pois a acidez potencial estimada pelo índice SMP utiliza da equação que relaciona com a acidez potencial determinada pelo acetato de cálcio. Assim, faz-se necessária a checagem de qual das duas metodologias mais aproxima da real necessidade de calagem do solo. Observa-se, na Tabela 2, que o valor da acidez potencial do solo determinado pelo acetato de cálcio pH 7,0 é bastante inferior à necessidade de calagem, especialmente nos tratamentos com índice SMP inferior a 5,0 (maior poder tampão). Isto pode estar ocorrendo porque a calibração da recomendação da necessidade de calagem engloba solos sob condições

de campo natural e de composições bastante heterogêneas de solo (tipo e teor de matéria orgânica, textura, tipo e quantidade de argilominerais, pH), com conseqüente maior variação na capacidade tampão e na acidez potencial do solo (Sambatti *et al.*, 2003; Nolla e Anghinoni, 2004; Chaves *et al.*, 2007; Nicolodi *et al.*, 2008). Pode-se inferir, também, que a extração da acidez potencial do solo pelo acetato de cálcio está sendo subestimada porque, em solos cultivados em sistemas de culturas sob sistema plantio direto, a matéria orgânica, que se acumula na superfície do solo, possa estar apresentando uma maior estabilidade estrutural que nos solos não cultivados (Nolla e Anghinoni 2006; Sousa *et al.*, 2007). Assim, parte dos componentes da acidez potencial do solo (H e Al) pode estar sendo adsorvida com maior intensidade em função de sua complexação por ligantes orgânicos provenientes da matéria

Tabela 2: Comparação entre valores de H+Al (acetato de cálcio pH 7,0 e equação que relaciona a acidez potencial com o índice SMP) e a necessidade de calcário para atingir pH 6,5 e 6,0

Índice SMP	NC Mg ha ⁻¹ pH 6,5 (1)	NC Mg ha ⁻¹ pH 6,0 (1)	H+ Al equação (2)	H+Al acetato Ca pH 7,0(2)
4,0	29,0	21,0	42,6	11,1
4,2	29,0	21,0	34,5	10,6
4,4	29,0	21,0	27,8	10,0
4,6	20,0	15,1	22,2	9,4
4,8	15,7	11,9	17,6	8,8
5,0	13,2	9,9	14,0	8,1
5,2	11,3	8,3	11,1	7,4
5,4	9,5	6,8	8,9	6,6
5,6	7,8	5,4	7,3	5,9
5,8	6,3	4,2	6,1	5,2
6,0	4,9	3,2	5,1	4,5
6,2	3,7	2,2	4,4	3,8
6,4	2,6	1,4	3,6	3,2
6,6	1,6	0,8	2,8	2,6
6,8	0,8	0,3	1,7	2,1

¹ Comissão...(2004); ² (cmol_ckg⁻¹)

orgânica e de restos culturais, indicando uma possível subestimação na capacidade do método do acetato de cálcio na extração da real acidez potencial em solos sob sistema plantio direto com alto poder tampão Silva *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2008; Ebeling *et al.*, 2008). Aliado a este fato, a conhecida incapacidade desse extrator em manter a solução tamponada próximo ao pH 7,0, também pode contribuir na subestimação da acidez potencial a pH 7,0, porque extrai uma quantidade de H^+Al inferior à realmente estimada para a condição de pH 7,0 (Kaminski *et al.*, 2001; Chaves *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2008; Ebeling *et al.*, 2008). Esta subestimação pode alterar o cálculo da CTC a pH 7,0 e da saturação de bases, que tem sido usada atualmente como um dos critérios para a tomada de decisão de aplicar ou não calcário nos solos sob sistema plantio direto no RS e SC.

Por outro lado, observa-se que a nova equação (Kaminski *et al.* (2001) proposta para a estimativa da acidez potencial nos tratamentos dos solos estudados (Tabela 2) apresenta boa proporcionalidade com a necessidade de calagem nas mais variadas condições de acidez do solo. Provavelmente isto pode ter ocorrido pela utilização do mesmo parâmetro (índice SMP) na recomendação da necessidade de calagem e na estimativa da acidez potencial pela equação (Kaminski *et al.* (2001). Apenas nos solos com valor de pH SMP inferior a 4,4, a estimativa da acidez potencial nos solos sob sistema plantio direto (Tabela 2) apresenta valores superiores à necessidade de calagem, porque a tabela de recomendação de calagem foi desenvolvida para valores de pH SMP até 4,4, não prevendo dosagens de calcário em condições de maior acidez (Comissão..., 2004).

Conclusões

A determinação da acidez potencial atualmente utilizada, apresentou valores concordantes com a necessidade de calagem nas variadas condições de acidez sob sistema plantio direto.

A determinação da acidez potencial, pelo acetato de cálcio a pH 7,0, apresentou valores discordantes da necessidade de calagem para os tratamentos com índice SMP inferior a 5,0, indicando pouca sensibilidade aos solos com maior capacidade de troca de cátions

Referências

AMARAL, A.S. **Mecanismos de correção da acidez do solo no sistema plantio direto com aplicação de calcário na superfície.** 2002. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; VASCONCELOS, A. C. F. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos da Microrregião Homogênea Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Lavras, v. 11, n.4, p. 398-403, 2007.

CIPRANDI, M.A.O. **Avaliação da metodologia de determinação da acidez ativa e potencial em solos do Rio Grande do Sul**. 1993. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO –CQFS RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C. ; PEREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n.2, p. 429-439, 2008.

ESCOSTEGUY, P.A.V.; BISSANI, C.A. Estimativa de H + Al pelo pH SMP em solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n.2, p. 175-179, 1999.

GAMA, M.A.P. **Determinação da acidez potencial e da necessidade de calagem em solos do Nordeste Paraense**. 1998. 72 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1998.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BARTZ, H.R. Proposta de nova equação para determinação do valor de H+Al pelo uso do índice SMP em solos do RS e SC. In.: REUNIÃO ANUAL DA ROLAS, 23, 2001, Frederico Westphalen. **Anais**. Frederico Westphalen: ROLAS/SBCS, 2001. p 21-26.

MOREIRA, A.; ALMEIDA, M. P.; COSTA, D. G.; SANTOS, L. S. Acidez potencial pelo método do pH SMP no Estado do Amazonas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p. 89-92, 2004.

NICOLODI, M.; Anghinoni, I.; Gianello, C. Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.1, p. 237-248, 2008.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n.2, p. 475-483, 2006.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 6, n.1, p. 97-111, 2004.

Pereira, M. G.; Ebeling, A. G.; Valladares, G. S.; Anjos, L. H. C.; Espíndula Júnior, A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos com elevado teor de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.487-493, 2006.

PÖTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem em solos sob plantio direto e em campos nativos do Rio Grande do Sul. In: NUERNBERG, N.J. (Ed.) **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: SBCS/NRS, 1998. p. 77-92.

PÖTTKER, D. Correção da acidez do solo no sistema plantio direto. In: CURSO DE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 5., 2002, Guarapuava. **Resumos...** Guarapuava: Cooperativa Agrária, 2002. p. 54-62.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000. 111p.

RAIJ, B. van Acidez e calagem. In: KAMINSKI, J.; VOLKWEISS, S.J.; BECKER, F.C. (Eds.) **Seminário sobre corretivos da acidez do solo**, 2. Santa Maria: UFSM, 1989. p. 74-100.

SÁ, J.C. de M. **Manejo da Fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1993. 94p.

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 da formação Caiuá: noroeste do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n.2, p.257-264, 2003.

SANTOS, E. J. da S. **Aplicação de calcário em solos arenosos sob sistema plantio direto e campo nativo**. 1997. 67 p. Dissertação (Mestrado - Biodinâmica do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

SILVA, E. B.; SILVA, A. C.; GRAZZIOTTI, P. H.; FARNEZI, M. M. DE M.; FERREIRA, C. A.; COSTA, H. A. O.; HORAK, I. Comparação de métodos para estimar a acidez potencial mediante determinação do pH SMP em Organossolos da Serra do Espinhaço Meridional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n.5, p. 2007-2013, 2008.

Silva, E. B.; Costa, H. A. O.; Farnezi, M. M. de M. Acidez potencial estimada pelo método do pH SMP em solos da região do Vale do Jequitinhonha no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n.4, p. 751-757, 2006.

SOUSA, D. M.G. S.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).
VETORI, L. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill. 1959. 170 p.

WIETHÖLTER, S. Revisão das recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 4, 2002, Porto Alegre. **Resumos**. Porto Alegre: UFRGS (CD-ROM).