

## Correlação dos extratores SMP e acetato de cálcio na determinação da acidez potencial (H+Al), em solo com diferentes doses de calcário<sup>(1)</sup>.

**Beliza Queiroz Vieira Machado<sup>(2)</sup>; Ângela Maria Quintão Lana<sup>(3)</sup>  
Regina Maria Quintão Lana<sup>(4)</sup>; Adriane de Andrade Silva<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Uberlândia (LABAS)

<sup>(2)</sup> Aluna de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Email: beliza\_queiroz@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professora Associada, Dra. Genética, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Av. Antonio Carlos, 6627, Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-901. <sup>(4)</sup> Professor Titular, Dra. Solos e Nutrição de planta, Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Av. Amazonas, s/n, Bloco 4C, Sala 102, Campus Umuarama, Uberlândia, MG, CEP 38700-734. E-mail: [rmqlana@iciag.ufu.br](mailto:rmqlana@iciag.ufu.br); <sup>(5)</sup> Professora do Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Uberlândia, MG.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi estudar os modelos de extração de acidez com solução tampão SMP pH = 7,2 e acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0, através da correlação linear simples entre os extratores e a matéria seca das plantas, em função das doses de calcário aplicados ao solo, identificando a melhor dose, bem como, correlacionar a produção de matéria seca com a absorção de nutrientes pela cultura. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram colocados vasos contendo 3 kg de solo, o qual foi coletado no município de Irai de Minas – MG. O delineamento experimental foi de blocos casualizados 6x4. Os tratamentos consistiram na aplicação de 5 doses de calcário dolomítico (3; 6; 9; 12 e 15 t ha<sup>-1</sup>) e a testemunha (sem aplicação de calcário). Foi semeado milho 15 dias após a incubação do solo com calcário. A parte aérea foi retirada para análise do teor de nutrientes. Entre os extratores de determinação da acidez potencial, SMP e acetato de cálcio, houve correlação linear significativa, verificada na dose de 9 t ha<sup>-1</sup> de calcário. A utilização do método com SMP estabeleceu melhor ajuste. O conteúdo de nutrientes absorvidos pelas plantas aumentou em função da aplicação de calcário no solo, até os valores de 9 t ha<sup>-1</sup> para P, Ca e Mg, 6 t ha<sup>-1</sup> para S e 12 t ha<sup>-1</sup> para K. A partir destes valores o conteúdo de nutrientes diminuiu com o aumento das doses de calcário.

**Termos de indexação:** milho, calagem, matéria seca.

### INTRODUÇÃO

A determinação da acidez potencial (H + Al) permite avaliar a fertilidade dos solos e as limitações de produção que a acidez pode causar. Através da determinação da acidez potencial é possível aferir-se o poder-tampão do solo, calcular

indiretamente a capacidade de troca catiônica (T = SB + (H + Al)) e, ainda, recomendar doses adequadas de corretivo.

Os componentes de acidez potencial do solo, H e Al, são determinados, geralmente, mediante extração com soluções de sais tamponantes ou misturas de sais neutros com solução-tampão (PEECH, 1965), como o método de determinação com a solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> ajustada para pH 7,0, seguindo de titulação do extrato com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>; método utilizado na maioria dos laboratórios de análises de solos.

No entanto, esse método é trabalhoso e apresenta algumas desvantagens como: maior tempo para execução, presença no mercado de acetato de cálcio de baixa qualidade, preparo diário de soluções de acetato e problemas de nitidez no ponto de viragem do indicador durante a titulação, quando os solos são ricos em matéria orgânica (GAMA, PROCHNOW & GAMA, 2002).

Outros métodos de determinação da acidez têm sido propostos, destacando-se a avaliação potenciométrica, pela utilização de leitura do pH da suspensão resultante da agitação de amostra de solo com solução-tampão SMP pH = 7,2.

A correlação entre os métodos, SMP e acetato cálcico, é muito baixa, de acordo com KAMINSKI *et al.* (2002). Segundo SAMBATTI *et al.* (2003), o método SMP vem sendo cada vez mais empregado no Brasil para a avaliação da acidez potencial; o que se deve principalmente à simplicidade, rapidez, baixo custo e eficiência desse método.

Amostras de solos ocorrentes no estado de São Paulo mostraram alta relação entre o pH de equilíbrio de suspensões de solo:água:solução-tampão SMP e os teores de H + Al determinados pelo método do acetato de cálcio (RAIJ *et al.*, 1979).

Em trabalho realizado por SAMBATTI *et al.* (2003), estudando acidez potencial pelo método SMP pH 7,2 em solos da formação Caiuá Noroeste do Estado do Paraná, concluíram que a acidez potencial (H + Al) pode ser determinada

indiretamente pela utilização da solução tampão SMP pH = 7,2, empregando-se a equação de regressão linear  $H + Al = 20,1925 - 2,6484 \text{ pH SMP}$ , que apresentou coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,9051$ ) e ausência de erros sistemáticos de predição. RAIJ (1991), afirma que sub-estimativas dos valores de H + Al em solos com pH acima de 6,0 podem ser devidas ao deficiente tamponamento da solução de acetato de cálcio em valores de pH próximos de 7,0.

Este trabalho teve como objetivo estudar os métodos de extração de acidez com solução tampão SMP pH = 7,2 e acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0, através da correlação linear simples entre os extratores e a matéria seca das plantas, em função das doses de calcário aplicadas ao solo, identificando a melhor dose, bem como, correlacionar a produção de matéria seca com a absorção de nutrientes pela cultura.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia, no ano de 2006, em solo de cerrado coletado numa floresta de Pinus na fazenda Mandaguari, município de Irai de Minas. O solo apresentou as características químicas: pH em água = 4,26; P = 1,7 mg dm<sup>-3</sup>; K=10,9 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 0,9 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t = 1,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T = 8,49 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 4%; m = 74%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram da aplicação de 5 doses de calcário dolomítico (PRNT = 87%), 3,0; 6,0; 9,0; 12,0; 15,0 t ha<sup>-1</sup>, e a testemunha (sem aplicação de calcário).

O solo foi incubado com calcário dolomítico durante o período de 30/05/06 a 13/06/06 e colocado em vasos de 3 kg.

Realizou-se a semeadura do híbrido de milho AG1051 e adubação com aplicação de 600 kg.ha<sup>-1</sup> de Superfosfato simples, 133,3 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 150 kg.ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amônio. A adubação de cobertura foi feita em 2 épocas com sulfato de Amônio na dose de 225 kg ha<sup>-1</sup> no dia 30/06/06 e 225 kg ha<sup>-1</sup> no dia 11/07/06. No plantio, aplicou-se também Zincogran na dose de 13,33 kg ha<sup>-1</sup>.

Após a colheita foi retirada a parte aérea do milho e levada para a estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Em seguida, elas foram moídas para análise química foliar dos teores de P, K, Ca, Mg e S, que foi realizada no laboratório de análises de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da

universidade federal de Uberlândia, conforme Embrapa (1997).

Posteriormente, o solo foi retirado dos vasos, homogeneizado, seco e determinou-se o pH em H<sub>2</sub>O; H+Al pelo método do pH SMP; H+Al pelo método do acetato de cálcio e os teores de Al<sup>+3</sup>, Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>.

Os resultados foram submetidos a análise estatística e estudou-se a correlação dos métodos de extração de acidez com solução tampão SMP pH = 7,2 e acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0.

Os dados de H+Al para os extratores SMP e acetato de cálcio, produção de matéria seca nas plantas e nutrientes foram submetidos a análise de correlação linear simples, a 5% de probabilidade, e a análise de regressão em função das doses de calcário aplicados ao solo.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise estatística, obteve-se coeficientes de correlação significativos entre a matéria seca das plantas de milho e teores de H+ Al pelos extratores. Observa-se que a matéria seca apresentou uma relação inversa com os teores de H+Al extraídos pelo método SMP, bem como, pelo método acetato de cálcio, com coeficientes de correlação significativos de -0,8538 e -0,07525, respectivamente (**Tabela 1**).

**Tabela 1:** Coeficientes de correlação entre matéria seca das plantas de milho e teores de H+Al, extraídos pelos métodos SMP e acetato de cálcio, em solos com diferentes doses de calcário.

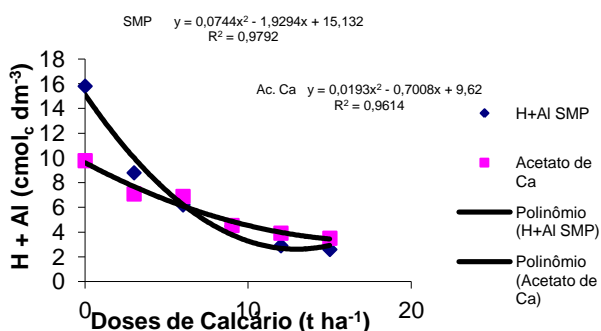
	Matéria Seca	H + Al SMP	H + Al Acetato de Ca
Matéria Seca	-	0,8538*	-0,7525*
H + Al SMP	-	-	0,9295
H + Al	-	-	-
Acetato de cálcio	-	-	-

\*significativo a 5% de probabilidade

Obteve-se coeficientes de correlação significativos também entre os extratores, quanto aos teores de H+Al extraídos (**Tabela 1**), com coeficiente de correlação significativo de 0,9295.

De acordo com a análise de regressão para os valores H+Al extraídos pelos métodos do pH SMP e do acetato de cálcio em solos com diferentes doses de calcário (**Figura 1**), observa-se que os valores de H+Al para ambos os extratores foram

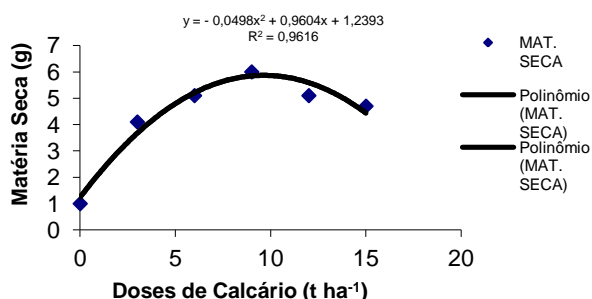
inversamente proporcionais às doses de calcário. À medida que aumenta a dose de calcário aplicada ao solo, observa-se que diminui o teor de H+Al, para os teores de SMP e acetato de cálcio (**Figura 1**).



**Figura 1:** Curvas de regressão quadráticas para os teores de H + Al em função das doses de calcário aplicadas ao solo e métodos de extração da acidez (SMP e acetato de cálcio).

Para o SMP o modelo estatístico quadrático estabeleceu o melhor ajuste com a equação  $y = 0,0739 x^2 - 1,9248 x + 15,13$  com  $R^2 = 0,9793$ . O extrator acetato de cálcio também obteve melhor ajuste estatístico com a equação quadrática,  $y = 0,0193 x^2 - 0,7007 x + 9,6182$  com  $R^2 = 0,9617$ .

A análise de regressão para a produção de matéria seca das plantas de milho em solo com diferentes doses de calcário (**Figura 2**), mostrou que a matéria seca foi crescente com o aumento das doses de calcário até o tratamento onde foram aplicados  $9 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário, e após este valor a produção de matéria seca sofreu um decréscimo. Isso indica que a aplicação de calcário em excesso pode estar precipitando alguns micronutrientes e /ou causando inibição competitiva com nutrientes.



**Figura 2:** Curva de regressão para produção de matéria seca das plantas de milho em função das doses de calcário aplicadas ao solo.

Através da análise estatística, verificam-se coeficientes de correlação significativos entre a matéria seca das plantas e os teores de nutrientes

nas folhas (P, K, Ca, Mg e S) (**Tabela 2**). Observa-se que a matéria seca apresentou uma relação inversa com teores de fósforo, potássio e enxofre, com coeficientes de correlação significativos de -0,8396, -0,9526 e -0,7802, respectivamente (**Tabela 2**). Entretanto, houve uma relação direta da matéria seca com o cálcio e o magnésio, com os coeficientes de correlação significativos de 0,6618 e 0,8597, respectivamente, ou seja, à medida que aumentou a quantidade de cálcio e magnésio nas folhas, houve incremento também na matéria seca das plantas (**Tabela 2**).

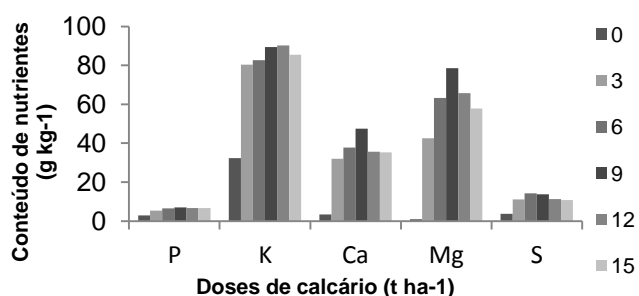
**Tabela 2:** Coeficientes de correlação linear entre matéria seca das plantas de milho e teores de nutrientes nas folhas, em solo tratado com diferentes doses de calcário.

	P	K	Ca	Mg	S
MS	-0,839*	-0,952*	0,661*	0,859*	-0,780*
P	-	0,903*	-0,853*	-0,902*	0,664*
K	-	-	-0,707*	-0,885*	0,770*
Ca	-	-	-	0,892*	-0,510*
Mg	-	-	-	-	-0,743*
S	-	-	-	-	-

\*MS = Matéria Seca; P= Fósforo; K = Potássio; Ca= Cálcio; Mg = Magnésio; S - Enxofre

Houve uma correlação significativa entre os teores de H+Al extraídos pelos métodos SMP e acetato de cálcio e os conteúdos nutricionais de P, K, Ca, Mg e S. Observa-se que houve uma relação inversa entre os extratores e os conteúdos nutricionais, ou seja, à medida que aumentaram os teores de H+Al no solo extraídos pelos métodos SMP e acetato de cálcio, diminuem os conteúdos de nutrientes nas folhas.

O conteúdo de nutrientes na planta (matéria seca x teor de nutriente) aumentou em função da aplicação de calcário (**Figura 3**). Para os teores de P, Ca e Mg, estes aumentaram até a aplicação de  $9 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário; o teor de S aumentou até  $6 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário; e o teor de K aumentou até a dose de  $12 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário (**Figura 3**).



**Figura 3:** Conteúdo de nutrientes nas plantas de milho em função das doses de calcário aplicadas ao solo

A partir destes valores, o conteúdo de nutrientes diminuiu com o aumento das doses de calcário. As mesmas quantidades de nutrientes foram fornecidas para todos os tratamentos em decorrência da necessidade das plantas. Porém, é notável que a ausência de aplicação de calcário, os nutrientes fornecidos ao solo foram absorvidos pelas plantas em quantidades muito pequenas.

### CONCLUSÕES

Ambos os extratores, SMP e acetato de cálcio, apresentaram correlação linear, e determinou-se a dose a de  $9 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário aplicado ao solo, a de maior influência sobre a determinação da acidez potencial.

A utilização do método de determinação da acidez com SMP foi o que obteve o maior coeficiente de determinação.

O conteúdo de nutrientes absorvidos pelas plantas aumentou em função da aplicação de calcário ao solo.

### AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio a pesquisa no estado de Minas Gerais e apoio a eventos na área de solos no país.

### REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro, 1997. 211p.

GAMA, M.A.P.; PROCHNOW, L.I.; GAMA, J.R.N.F. Estimativa de acidez potencial pelo método SMP em solos ocorrentes no nordeste Paraense. **R. Bras. Ci. Solo**. Viçosa, vol.26, n.4, p.1093-1097, out/dez. 2002.

KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C.; RHEINHEIMER, D.S.; MARTINS, J.R.; SANTOS, E.J.S.; TISSOT, C.A. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, vol.26, n.4, p.1107-1113, out/dez. 2002.

PEECH, M. Exchange acidity. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.905-913.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres-Potafós, 343p. 1991.

RAIJ, B. van ; CANTARELLA, H.; ZULIO, 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.

SAMBATTI, J.A.; SOUZA JUNIOR, I.G. COSTA, C.S. & TORMENA, C.A. Estimativa da acidez potencial pelo método do pH SMP em solos de formação Caiuá – noroeste de estado do Paraná. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, vol.27, p.257-264, 2003.



# XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC