

FIXAÇÃO DE MAGNÉSIO EM PLINTOSSOLOS HÁPLICOS DO ESTADO DO ACRE, AMAZÔNIA.

Celiana Barbosa da Costa de Souza¹; Maria Lizete Aquino de Souza¹; Paulo Guilherme Salvador Wadt²; Marcos Gervásio Pereira²

¹Estudante de Mestrado em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre.

²Pesquisador Embrapa Acre, BR 364, km 14, Rio Branco, AC, CEP 69908-000, Professor Associado, bolsista CNPq, Depto. de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ.

Resumo

Os solos do Acre apresentam peculiaridades que os diferem dos demais solos da Amazônia, como presença de argilas silicatadas com alta densidade de cargas (esmetitas, vermiculitas) associada a altos teores de alumínio, caracterizando sua acidez elevada. Nestes solos, a calagem pode resultar na fixação do Mg^{+2} para formas menos disponíveis às plantas, resultando na baixa produtividade das culturas. Objetivando avaliar a possibilidade de ocorrer fixação de Mg^{+2} em solos ácidos com argilas do tipo 2:1 ou 2:2, realizou-se um experimento no Laboratório de Solos da Embrapa – Acre, onde foram agitadas por dez minutos 5 g de TFSA com 50 mL de solução de trabalho contendo Mg^{+2} (200 e 600 $\mu g\ Mg\ g^{-1}$ solo) e KOH num meio com força iônica de 0,01 M (KCl 0,01), e repousadas por 17 horas. Em 20 mL do sobrenadante mediu-se o pH potenciométricamente, e Mg^{+2} solúvel em EAA. No mesmo ensaio adicionou-se 3,73 g de KCl, repousando-se por mais 17 horas para determinação de Mg^{+2} e Ca^{+2} trocáveis. O Mg^{+2} fixado calculado por diferença entre o Mg^{+2} fornecido e Mg^{+2} final obtido nas leituras. Embora fortemente ácidos com valores de pH em torno de 6,2 e teores de cálcio e magnésio trocáveis de até 20,3 $cmol_{(+)}\ kg^{-1}$ solo e de 8,0 $cmol_{(+)}\ kg^{-1}$ solo na camada superficial, observou-se maior fixação de Mg^{+2} com a elevação do pH, não ocorrendo redissolução a valores acima de 7,5.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, acidez, fixação de magnésio.

Abstract

The soils of Acre have peculiarities that cause them to differ from other soils of Amazonia, with the presence of clay silicated with high density loads (esmetites, vermiculites) associated with high levels of aluminum, which characterize their high acidity. In soil, the liming may result in Mg^{+2} fixation in forms less available to plants, resulting in low productivity of crops. Aiming to assess the possibility of Mg^{+2} fixation in acidic soil with a clay ratio of 2:1 or 2:2, we carried out experiments in the Embrapa-Acre soils laboratory, where they were agitated for 10 minutes with 5 g of TFSA and 50 mL of work solution containing Mg^{+2} (200 and 600 $\mu g\ Mg\ g^{-1}$ soil) and KOH in half with an ionic strength of 0.01 M (KCl 0.01), and left for 17 hours. In 20 mL of supernatant the potential pH was measured, along with Mg^{+2} soluble in EAA. In the same test 3.73 grams of KCl were added, and left for another 17 hours to determine the

exchangeable Mg +2 and Ca +2. The fixed Mg +2 was calculated by the difference between Mg +2 provided and Mg +2 obtained in the final readings. While strongly acidic with pH values of around 6.2 and levels of exchangeable calcium and magnesium up to 20.3 cmol (+)-1 kg soil and 8.0 cmol (+) kg⁻¹ in the top layer of soil, there was greater Mg +2 fixation with increased pH, without dissolution at values above 7.5.

Introdução

A produtividade das plantas cultivadas depende de fatores intrínsecos (potencial genético das plantas e suas características fenotípicas) e extrínsecos (variáveis ambientais e tecnológicas como temperatura, umidade, disponibilidade de água, nível de insumos aplicados, arranjo espacial das plantas, e fertilidade do solo) aos vegetais. A interação dos fatores de produção em níveis adequados proporciona às plantas cultivadas a sua capacidade máxima de crescimento e/ou potencial produtivo (SILVA et al., 2003).

A fertilidade do solo, fator importante para a produtividade das culturas, é avaliada pela disponibilidade de nutrientes às plantas, a qual depende das características do solo e da eficiência das plantas em absorvê-los. Entretanto, o complexo coloidal do solo é uma importante característica do solo que controla tanto reações de troca e retenção de íons como de adsorção e precipitação, determinantes na disponibilidade de um ou mais nutrientes. Tais mecanismos ocorrem tanto em condições ácidas, como alcalinas. Sob condições ácidas, denomina-se “acidez do solo”.

A acidez do solo está relacionada, normalmente, à menor disponibilidade de nutrientes básicos as culturas, e solubilização de elementos tóxicos, como alumínio e manganês (SILVA; RANNO, 2005), concomitantes a baixos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ no solo (CAMARGO et al., 1997; LOPES, 1990). Estas condições são reconhecidas como principais fatores de limitação da produção agrícola em diversas áreas do planeta (CAIRES et al., 2004).

A correção da acidez do solo, obtida pela calagem, prática essencial na agricultura moderna na obtenção de altas produtividades, otimizando o uso de nutrientes como fósforo e nitrogênio (CAMARGO et al., 1997; LOPES, 1990), promove alterações benéficas nas propriedades do solo, como: elevação do pH (diminuição da acidez), aumento nos teores de Ca e Mg trocáveis e na saturação por bases, além de reduzir a solubilidade de elementos tóxicos, como o alumínio e o manganês (CAIRES et al., 2004). Entretanto, existe a possibilidade de que a calagem, em determinados tipos de solos, possa resultar em reações indesejadas, notadamente, na fixação do Mg²⁺ para formas de baixa disponibilidade às plantas, resultando na diminuição da produtividade das culturas. Wadt et al (2005) sugerem que em alguns solos do Estado do Acre, que possuem em sua mineralogia argilas silicatadas com altas densidade de cargas (esmetitas, vermiculitas, etc), possam ocorrer fixação de magnésio com a elevação do pH próximos a neutralidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possibilidade da fixação de Mg ocorrer em solos altamente ácidos que possuam em sua mineralogia argilas do tipo 2:1 ou 2:2.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Solos da Embrapa – Acre. A área de estudo caracteriza-se pela cobertura vegetal do tipo floresta tropical perenifolia, em relevo variando de ondulado a forte, sob clima equatorial, com precipitação anual

variando entre 2.191 a 2.296 mm e, a umidade relativa de 80 a 90% e temperatura média anual de 24,7°C (ACRE, 2000a).

Foram amostrados perfis de PLINTOSSOLOS HÁPLICOS Alítico típico, **Fxal** (Embrapa, 2006), com presença de horizontes com caráter alítico, pertencentes a uma das ordens de solos da Formação Solimões, no município de Tarauacá, Estado do Acre, ao longo da BR 364, em agosto de 2006. Os perfis foram descritos até a profundidade de 1,2 m e coletadas amostras nas profundidades de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 15 cm, 20 a 25 cm, 50 a 55 cm e 90 a 95 cm para os estudos de fixação de magnésio. Além disto, para cada perfil foram coletadas amostras em função da distinção dos horizontes pedogenéticos. Em todas as amostras foram analisadas as características físicas e químicas (Tabela 2) conforme Embrapa (1997).

Para a determinação da capacidade de fixação de magnésio, foram preparadas dez subamostras de 5,00 g de terra fina seca ao ar (TFSA) em erlenmeyer de 125 mL e equilibrada com solução de trabalho (soluções de 1 a 10), consistindo na adição de 50 mL de cada solução, contendo 20 ou 60 mg L⁻¹ de Mg (Tabela 1). As cinco primeiras subamostras receberam as soluções de trabalho (1 a 5) fornecendo 20 mg Mg g⁻¹ solo, tendo como fonte de magnésio o cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) e quantidades de KOH suficientes para elevar o pH do solo de seu valor inicial a valores entre 7 e 8. A concentração de KCl 0,01 mol L⁻¹ foi usada em todas as soluções para manter constante a força iônica. As outras cinco subamostras receberam as soluções de trabalho (6 a 10) fornecendo 60 mg Mg g⁻¹ solo. Em seguida, as misturas solo-solução resultantes foram submetidas à agitação, por um período de dez minutos, em homogeneizador circular horizontal, e deixadas em repouso por 17 horas, obtendo-se as soluções de equilíbrio.

Após o período de repouso, o pH foi medido por potenciometria. Para a análise do Mg e Ca solúvel, as alíquotas do sobrenadante foram transferidas para tubos de ensaio, completando-se o volume para se atingir determinado fator de diluição com solução de lantânio 2 g L⁻¹. A seguir, as amostras foram homogeneizadas em agitador tipo Vortex e realizada as leituras em espectrofotômetro de absorção atômica. Para a análise do Mg, utilizou-se lâmpada de catodo oco de Mg com corrente de 3,0 mA e comprimento de onda de 285,2 nm (resultando em uma faixa de leitura de 0,1 a 0,4 µg mL⁻¹ e sensibilidade de 0,003 µg mL⁻¹). Para cálcio foi utilizado lâmpada de catodo oco de Ca ajustada para a corrente de 5,0 mA, no comprimento de onda de 422,7 nm, o que proporciona sensibilidade de 0,02 µg mL⁻¹, numa faixa de leitura de 1 a 4 µg mL⁻¹.

Cálcio e magnésio trocáveis foram determinados pelo mesmo procedimento, diferenciando-se deste pela adição, após repouso por 17 horas, de 3,73 g de KCl para simular a extração de cálcio e magnésio trocáveis por KCl 1 mol L⁻¹. Após a adição do KCl, a suspensão foi novamente submetida a agitação por dez minutos e, em seguida, deixado em repouso por mais 17 horas. Decorrido este tempo, o cálcio e o magnésio trocáveis foram quantificados em es, após serem diluídas de acordo com a metodologia utilizada para a determinação da capacidade de fixação de magnésio.

O magnésio fixado (Mg_{fix}) foi calculado por diferença entre as quantidades de magnésio inicial fornecido na solução de trabalho (Mg_{adic}) menos o magnésio final obtido nas soluções de leitura (Mg_{sol}), de acordo com a seguinte equação: **Mg_{fix} = Mg_{adic} - Mg_{sol}**, onde: Mg_(adic) = 200 µg g⁻¹ de solo (soluções de trabalho 1 a 5) e 600 µg g⁻¹ de solo (soluções de trabalho 5 a 10; Mg_(quant) = Magnésio obtido nas leituras; Mg_(troc) = Magnésio nas soluções de leitura após adição de 3,73 g de KCl.

Tabela 1. Soluções utilizadas no ensaio para avaliação da capacidade de fixação de magnésio.

Soluções de trabalho	MgCl ₂ .6H ₂ O	KCl	KOH
	mmol L ⁻¹		
1	0,8224	1,0000	0,000
2	0,8224	1,0000	4,705
3	0,8224	1,0000	7,058
4	0,8224	1,0000	9,410
5	0,8224	1,0000	11,763
6	2,4680	1,0000	0,000
7	2,4680	1,0000	4,705
8	2,4680	1,0000	7,058
9	2,4680	1,0000	9,410
10	2,4680	1,0000	11,763

Resultados e Discussão

Os Plintossolos, caracterizados pelo caráter alítico (teor de Al trocável superior a 4 cmol₍₊₎ kg⁻¹ solo, associados a argilas de alta atividade > 20 cmol₍₊₎ kg⁻¹ argila), apresentaram valores de pH de 6,2 no horizonte mais superficial (horizonte A). Embora estes solos sejam fortemente ácidos, os teores de cálcio e magnésio trocáveis nem sempre foram baixos, (20,3 cmol₍₊₎ kg⁻¹ e 8,0 cmol₍₊₎ kg⁻¹ solo na camada superficial, respectivamente) (Tabela 2). De acordo com alguns estudos, esta é uma característica comum nos solos da Formação Solimões (GAMA, 1986; GAMA & KIEHL, 1999; LIMA et al., 2006) e valores de magnésio trocável maior que o de cálcio trocável pode ser explicado provavelmente pela presença de minerais de argila ricos em magnésio, como as esmectitas (VOLKOFF et al., 1989).

Tabela 2. Características químicas e físicas de Plintossolos Hápticos alíticos do Estado do Acre.

PLINTOSSOLO HÁPLICO									
Horizonte		pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c /kg					Argila	
Símb	Prof.	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H ⁺	Valor T (soma)	
A	0-4	6,2	20,3	8,0	0,78	0,0	7,9	37,08	310
AB	4-14	5,6	10,8	6,2	0,23	1,0	3,1	21,43	421
BA	14-22	5,2	8,6	7,2	0,24	3,3	3,6	23,06	532
B1	22-48	5,0	6,7	7,3	0,18	13,8	4,2	32,27	653
B2	48-69	5,1	7,5	6,5	0,20	17,1	4,7	36,18	752
B3	69-94	5,5	7,8	5,4	0,21	16,6	6,0	36,32	768
B4	94-118	5,4	8,6	5,7	0,23	16,5	4,8	36,20	651
C	118-141	5,6	9,2	6,8	0,33	14,0	4,2	34,92	565

Com relação à fixação de magnésio se observa tendência de haver maior fixação com a elevação do pH, embora, o valor de pH a partir da qual a fixação torna-se elevada diferiu entre PLINTOSSOLOS HÁPLICOS. É importante destacar que em valores de pH acima de 7,5 não ocorreu a re-dissolução (Figura 1). Estes resultados indicam que nos solos da Formação Solimões, onde argilas silicatadas de alta atividade estão associadas à presença de elevada acidez e altos níveis de alumínio trocável, a correção da acidez do solo a valores de pH acima de 5,5 -6,0 poderão representar importante dreno para o magnésio solúvel, o que poderia comprometer a eficiência da calagem. Gama & Kiehl (1999), relatam que o alumínio trocável nestes solos não é um indicador confiável para a correção da acidez, e com base nos resultados deste trabalho, novos estudos devem ser desenvolvidos para o entendimento dos processos relacionados à disponibilidade de nutrientes nestes solos.

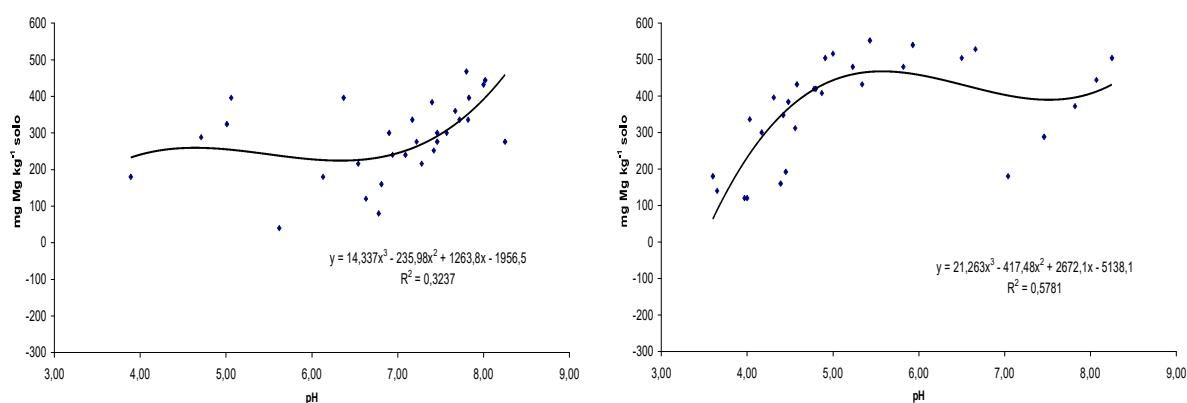


Figura 1. Fixação de magnésio nos Plintossolos Hápticos (FXal), equilibrado com 600 mg Mg kg⁻¹ solo), em função de alterações no pH da solução de equilíbrio.

A fixação de magnésio, avaliada pela diminuição da solubilidade do magnésio após equilíbrio com o solo por um período de 17 horas, mostrou-se variável em função do solo estudado. O aumento da fixação a valores de pH acima de 6,0 podem estar

associados a co-precipitação do magnésio junto com o alumínio, formando os complexos duplos silicatados de Mg e Al (SMECK et al, 1994), ou então, ser resultado da adsorção de Mg pelos géis de óxido de alumínio recém-precipitados (SUMNER et al., 1978).

Conclusões

Os solos alíticos da Formação Solimões, embora tenham apresentado elevados teores de magnésio trocáveis, apresentaram consideráveis perdas da solubilidade de magnésio com a elevação do pH do solo.

Agradecimentos

A Embrapa Acre, a Universidade Federal do Acre e ao Instituto Educacional do Brasil - IEB através do Programa BECA.

Referências Bibliográficas

- ACRE. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente. Rio Branco: SECTMA, 2000b. V. 1.
- CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho a calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:125-136, 2004.
- CAMARGO, O. A. de; CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R.; QUAGGIO, J. A. Alteração de atributos químicos do horizonte superficial de um latossolo e um podzólico com a calagem. **Sci. Agric.** V. 54 n. 1 – 2 Piracicaba jan./ Ago. 1997.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2006. 306p. : il.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. CNPS, Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos 1).
- GAMA, J. F. N. F. Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta no estado do Acre. Itaguaí: UFRRJ, 1986. 150f. (Tese de Mestrado).
- GAMA, J. F. N. F.; KIEHL, J. C. Influência do alumínio de um podzólico vermelho-amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p.475-482, 1999.
- LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V. de; SCHAEFER, C. E. G. R; KER, J. C; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do alto solimões, amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:59-68, 2006.
- LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. Acidez do solo e calagem. São Paulo, ANDA 1990. 22 p. (Boletim Técnico, 1).
- SILVA, L. S. da; RANNO, S. K. Calagem em solos de várzea e a disponibilidade de nutrientes na solução do solo após o alagamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 35, n. 5, p. 1054-1061, set-out, 2005.
- SILVA, M. A. G. da; MUNIZ, A. S.; MATA, J. D. V. da; CEGANA, A. C. V. Extratores para quantificação do zinco e do cobre em solos cultivados com soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 361-366, 2003.

SMECK, N.E.;SAIF, H.T. & BIGHAM, J.M. Formation of a transient magnesium-aluminum double hidroxide in soils of southeastern Ohio. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 58, p. 470-476. 1994.

SUMNER, M. E.; FARINA, P. M. W.; HURST, V. J. Magnesium fixation – a possible cause of negative yield responses to lime applications. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Baltimore, v. 9, p. 995-1007, 1978.

WADT, P.G.S.; SILVA, J.R.T. da; FURTADO, S.C. Dinâmica de nutrientes com ênfase para as condições do solos do Estado do Acre. In.: WADT, P.G.S. (editor). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre. p.173-228. 2005.