

DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES APÓS INCUBAÇÃO COM CaCO_3 EM LATOSSOLO AMARELO DISTROFICO DO CERRADO DO AMAPÁ

Nagib Jorge Melém Júnior¹, Osmar Rodrigues Brito², Alfredo Richart³, Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro⁴, Marcelino Carneiro Guedes⁵, (¹*Embrapa Amapá, Doutorando em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina - UEL - Caixa Postal: 6001/CEP: 86051-990 - Londrina - PR Email: nagibmelem@gmail.com* ²*Docente UEL*, ³*Docente PUC - Toledo-PR*, ⁴*Pesquisadora Laborsolo. Londrina/PR*, ⁵*Embrapa Amapá*)

Termos para indexação: Calagem, fertilidade do solo, acidez do solo, Amazônia.

Introdução

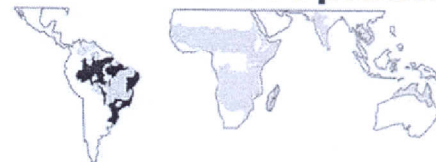
O cerrado amapaense ocupa uma região de aproximadamente 900.000 hectares, o que corresponde a 9,25% da superfície do Amapá, e tem como principal atividade desenvolvida neste ecossistema a silvicultura, com exploração de florestamentos de Pinus e Eucalipto. A agricultura é limitada pela baixa fertilidade natural do solo e baixa precipitação pluviométrica no período de julho a dezembro.

Os solos da região caracterizam-se pela baixa disponibilidade de nutrientes, como P, K, Ca, Mg, e micronutrientes, o que demanda o uso de corretivos e fertilizantes para a o desenvolvimento da agricultura.

De acordo com Gama (1998) a recomendação correta de calcário tem grande importância, principalmente para que se obtenha a correção adequada da acidez e aumente a eficiência dos fertilizantes. Segundo Malavolta (1981) a incubação com CaCO_3 é o método padrão para determinação da necessidade de calagem, e serve para calibração de outros métodos, mas não é usado rotineiramente, por demandar muito tempo na sua execução.

Diversos autores têm demonstrado que a redução da acidez do solo é um dos fatores importantes para regular a disponibilidade de micronutrientes, como demonstrado por Abreu et al. (2001), para o cobre e zinco; por Borkert et al. (2001) para manganês e por Motta et al (2007) para ferro.

Esse trabalho teve como objetivos comparar métodos de recomendação de calagem e determinar a disponibilidade de micronutrientes após a incubação do solo com carbonato de cálcio.



Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2005 a janeiro de 2006, em casa de vegetação localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina em Londrina/PR.

Os tratamentos constaram da aplicação e incubação de cinco doses de CaCO_3 (0, 2, 4, 6, e 8 Mg ha^{-1}) em Latossolo Amarelo distrófico (LAd), coletado na camada superficial de 0-20 cm, na região do cerrado do Estado do Amapá. Cada tratamento foi repetido quatro vezes, e o delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado. Cada unidade experimental foi representada por uma amostra de 0,4 kg de TFSA passada em peneira de 2 mm de abertura. Para cálculo das doses de CaCO_3 a serem aplicadas, considerou-se a densidade do solo igual a 1g cm^{-3} . As amostras de terras foram colocadas em sacos plásticos de tamanho adequado e homogeneizadas com a respectiva dose de CaCO_3 . Para a incubação, cada amostra tratada com CaCO_3 recebeu uma quantidade de água equivalente de 50% a 60% da capacidade máxima de retenção de umidade do solo. Este nível de umidade foi mantido durante toda a fase experimental. Em cada parcela foi instalado um pequeno canudo plástico de modo a permitir as trocas gasosas, evitando-se a concentração de gás carbônico nas amostras. Antes da incubação foram realizadas as análises química e granulométrica do solo utilizado no experimento (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Análise química do solo antes da incubação

pH	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	SB	$\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}$	V	m	P	COT
	----- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----						-----%-----		mg dm^{-3}	g dm^{-3}
4,30	0,03	0,56	0,14	1,09	0,73	5,71	13	60	1,28	5,84

Tabela 2. Análise granulométrica do solo antes da incubação

Argila	Areia	Silte	Classificação textural
----- g kg^{-1} -----			
316	603	81	Franco-argilo arenoso

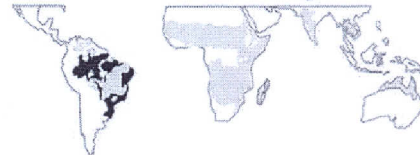
Para avaliação do experimento foram coletadas amostras de solo em cada parcela experimental, aos 90 dias após a incubação, sendo as mesmas secas ao ar e passadas em peneiras de 2 mm de abertura. Para cada amostra foram determinados o pH em CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, a acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$), a acidez trocável (Al^{3+}), e os teores de Cu, Fe, Mn e Zn (Mehlich-1) utilizando-se os métodos recomendados por PAVAN et al. (1992). Com os resultados analíticos

IX SIMPÓSIO Nacional Cerrado

Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais

12 a 17 de outubro de 2008
ParlaMundi, Brasília, DF

II SIMPÓSIO Internacional Savanas Tropicais



obtidos, foram estimados os valores para a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH 7,0 ($CTC_{pH\ 7,0}$), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%). Todos os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão.

Com os dados das análises químicas de antes e depois da incubação foram estimadas a necessidade de calagem do solo considerando os seguintes procedimentos: (a) Método da incubação com $CaCO_3$; (b) Método da elevação da saturação por bases calculada e (c) Método da neutralização da acidez trocável e elevação dos teores de Ca e Mg.

Resultados e Discussão

Os valores médios para pH em $CaCl_2$, saturação por bases, soma de bases e $CTC_{pH\ 7,0}$ aumentaram com a elevação nas doses de carbonato de cálcio aplicadas. Os dados para pH, V% e a SB ajustaram-se ao modelo quadrático, que definiu valores máximos tanto o pH como para a V% com a dose de $6,3\ Mg\ ha^{-1}$ de $CaCO_3$, e a soma de bases máxima foi obtida com a dose de $7,5\ Mg\ ha^{-1}$ de $CaCO_3$. Cabe ressaltar que entre a V% e o pH em $CaCl_2$, obteve-se elevado coeficiente de correlação (0,98) indicando a relação ente o aumento de bases no solo, e a elevação do pH. A variação da $CTC_{pH\ 7,0}$ do solo ajustou-se ao modelo linear elevando-se com o aumento das doses de $CaCO_3$ (Figura 1). Neste caso as doses $CaCO_3$ empregadas não foram suficientes para determinar o ponto de máximo.

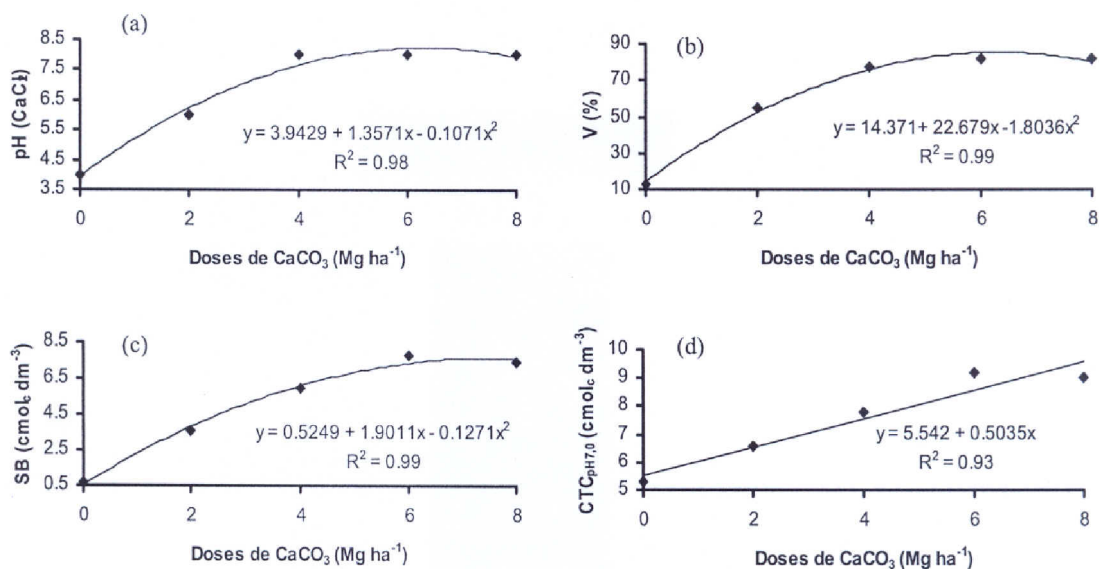


Figura 1. Curvas de regressão para pH em CaCl₂ (a), saturação por bases (b), soma de bases (c) e CTC_{pH 7,0} (d) aos 90 dias após incubação com CaCO₃

Diversos autores têm demonstrado que a calagem é uma prática que além de aumentar o pH do solo torna o ambiente mais adequado e favorável, ao desenvolvimento radicular devido a elevação da soma e da saturação por bases contribuindo significativamente para aumentar a produção das culturas (Oliveira e Medeiros, 1983; Miranda, 1993). Teoricamente a CTC_{pH 7,0} do solo se eleva muito pouco em função da calagem, por essa depender da introdução de cargas negativas livres no solo, entretanto, esse fato, sempre notado nos experimentos com incubação (Rodrigues et al, 2004), possivelmente é decorrente da elevação da soma de bases e aumento das cargas negativas dependentes do pH do solo. A saturação por alumínio na menor dose (0 Mg ha⁻¹ de CaCO₃) foi da ordem de 58%, entretanto a partir da aplicação de 2 Mg ha⁻¹ de CaCO₃, a mesma tornou-se nula, indicando uma adequação do meio no sentido de favorecer o crescimento do sistema radicular das plantas.

Com exceção do Mn, os teores dos micronutrientes estudados reduziram significativamente com as doses de CaCO₃ aplicadas. Os teores de cobre e o zinco (Tabela 3) ajustaram-se significativamente ao modelo quadrático, obtendo-se os teores mínimos de cobre e zinco com as doses de 5,0 e 5,6 Mg ha⁻¹ de CaCO₃ respectivamente. Os teores de ferro reduziram linearmente com as doses de CaCO₃ (Tabela 3).

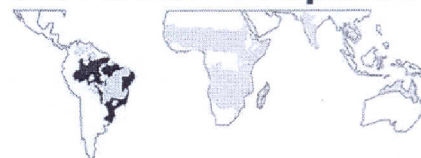


Tabela 3. Disponibilidade de cobre, ferro e zinco aos 90 dias após incubação com CaCO_3

Elemento	Equação	Coefficiente de determinação (r^2)
Cobre	$y = 0,0463 - 0,011x + 0,0011x^2$	0,93
Ferro	$y = 81,018 - 1,731x$	0,74
Zinco	$y = 0,0874 - 0,0994x + 0,0089x^2$	0,84

Estes resultados estão de acordo com Quaggio (2000), que assegura que a elevação do pH via calagem reduz a disponibilidade dos micronutrientes no solo, aumentando a retenção (adsorção) no complexo coloidal ou reduzindo a solubilidade de suas fontes.

Comparação de métodos para determinação da necessidade de calagem:

(a) Método da incubação com CaCO_3 :

Após incubação das amostras de solo com diferentes doses de CaCO_3 ajustaram-se curvas de regressão para a variável pH CaCl_2 em função das doses (Figura 1a). Posteriormente estimou-se a quantidade de CaCO_3 necessária para elevar o pH CaCl_2 do solo aos valores de 5,5, 6,0 e 6,5, que corresponderam a 1,3, 1,8 e 2,3 Mg ha^{-1} de CaCO_3 respectivamente.

(b) Método da elevação da saturação por bases:

Esse método leva em conta a $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$, a saturação por bases atual e a saturação por bases adequada para a cultura ser implantada., e tem como principal vantagem a flexibilidade de recomendação para diferentes culturas (Souza et al., 2007), e proporciona a elevação do pH e dos níveis de Ca e Mg do solo. A necessidade de calagem é calculada através da equação: $\text{NC (Mg ha}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = \text{CTC}_{\text{pH}7,0} \times (\text{V}_2 - \text{V}_1) / 100$. Utilizando-se os teores apresentados na Tabela 1, determinou-se a necessidade de calagem para elevar a saturação por bases para 50%, 60% e 70%, obtendo-se as doses de 2,11, 2,68 e 3,26 Mg ha^{-1} de CaCO_3 respectivamente.

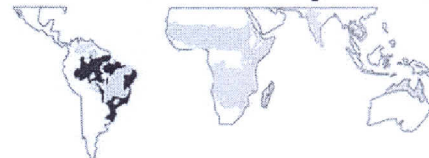
(c) Método da neutralização da acidez trocável e elevação dos teores de Ca e Mg

Segundo Souza et al (2007), neste método a calagem deve ser calculada para neutralizar o Al trocável e prover teores adequados de Ca e Mg no solo para não limitar o desenvolvimento das plantas. Esse método apresenta diversas variações e nesse trabalho foi utilizada a proposta por Souza e Lobato (2004) para a região do cerrado, considerando-se o critério para solos com $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$, maior que $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, teor de argila acima de 150 g kg^{-1} e teor de Ca +Mg menor que $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Utilizou-se então a equação $\text{NC (Mg ha}^{-1} \text{ de CaCO}_3) = (2 \times \text{Al}) + [2 - \text{Ca} + \text{Mg}]$. Com os teores apresentados na Tabela 1, obteve-se então a quantidade de $3,48 \text{ Mg ha}^{-1}$ de CaCO_3



Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais

12 a 17 de outubro de 2008
ParlaMundi, Brasília, DF



Comparando-se os métodos estudados, observa-se que a elevação da saturação por bases e o método da neutralização de alumínio estimaram quantidades de CaCO_3 bem próximas, com a diferença máxima de 220 kg de CaCO_3/ha , entretanto o método da incubação utilizando-se o pH em CaCl_2 estimou em $2,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, subestimando a quantidade em relação aos outros métodos utilizados em cerca de 51%.

Conclusões

- A incubação do solo com carbonato de cálcio promoveu o aumento do pH, da soma de bases, da $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$ e da saturação por bases do solo;
- A redução da acidez causou a diminuição da disponibilidade de cobre, ferro e zinco, o que indica que a calagem nesse solo deve ser realizada com bastante cautela;
- A determinação da necessidade de calagem considerando a correção do pH subestimou a quantidade a ser aplicada;
- Os métodos baseados na elevação da saturação por bases e na neutralização da acidez trocável apresentaram valores adequados para a realização de calagem.

Referências bibliográficas

- ABREU, C.A. de; FERREIRA, M.E; BORKERT, C.M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônico: zinco e cobre. In: FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C. P. da; RAIJ, B. van.; ABREU, C. A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.6, p. 125 - 150.
- BORKERT, C.M.; PAVAN, M. A.; BATAGLIA, O.C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: ferro e manganês. In: FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C. P. da; RAIJ, B. van.; ABREU, C. A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.7, p. 151 - 185.
- GAMA, M.A.P. **Determinação da acidez potencial e da necessidade de calagem em solos do nordeste paraense**. Piracicaba, 1998. 72p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MALAVOLTA, E. A prática da calagem. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRICOLAS, Piracicaba, 1984. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.313-357.
- MIRANDA, L. N. de Resposta da sucessão soja-trigo a doses e modos de aplicação de calcário em solos Gley Pouco Húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, n.1, p.75-82, 1983.
- MOTTA, A.C.V.; SERRAT, B.M.; REISSMAN, C.B.; DIONISIO, J.A. **Micronutrientes na rocha, no solo e na planta** 1 ed. Curitiba:UFPR, 2007. 246p.



Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais

12 a 17 de outubro de 2008
ParlaMundi, Brasília, DF



OLIVEIRA, J.N.S.; MEDEIROS, E.R. **Viabilidade econômica da exploração de calcário de Pimenta Bueno**. Porto Velho. EMBRAPA, UEPAE, 1993 40p (EMBRAPA, UEPAE. Documentos 2)

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.D.M.; ZEMOULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. Londrina, IAPAR, 1992. 40p. (IAPAR, Circular Técnica, 76).

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. 1 ed. Campinas, SP, Instituto Agronômico, 2000. 111p.

RODRIGUES, C.R.; MATTOS, H.B. de; PLESE, L.P.de M.; PEREIRA, W.L.M.; BRENNECKE, K. Calagem e disponibilidade de nutrientes após a incubação de um Neossolo Quartzarêmico. **Boletim de Industria Animal**, v.61, n.1, p.31-38, 2004.

SOUZA, D.M.G; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo** Viçosa: SBCS, 2007. cap.5, p. 205 - 274.

SOUZA, D.M.G; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUZA, D.M.G; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 81 - 96.