

ESTIMATIVA DE CALAGEM PARA SOLOS DA REGIÃO CENTRAL DA AMAZÔNIA

Sulianne Idalior Paião Ferreira⁽¹⁾; José Zilton Lopes Santos⁽²⁾; Matheus da Silva Ferreira⁽³⁾; Iza Maria Paiva Batista⁽⁴⁾; Rodolfo da Silva Oliveira⁽³⁾; Tainah Manuela Benlolo Barbosa⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus – AM, CEP 69070-000, sulianneidalior@gmail.com; ⁽²⁾ Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos - UFAM; ⁽³⁾ Iniciação Científica em Agronomia – UFAM, ⁽⁴⁾ Pós-Graduandos em Agronomia Tropical – UFAM.

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo, avaliar as modificações químicas e estimar quantidades necessárias de calcário para atingir pH agricultável, em diferentes solos da região central da Amazônia, em função da adição de diferentes níveis de calcário. Utilizou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de um fatorial 3 x 7, combinando três classes texturais (textura média, argilosa e muito argilosa) com sete doses de calcário (0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10 t ha⁻¹). Após 56 dias de incubação, determinaram-se os valores de pH em água, os teores de Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e H+Al e a partir desses valores calculou-se o índice de saturação por bases (V%). A necessidade de calcário dos solos é dependente da classe textural. Doses de calcário equivalente a 1,5; 2,6 e 2,2 t ha⁻¹ de calcário é suficiente para reduzir o Al³⁺ a valores não tóxicos (0,5 cmol_c dm⁻³) nos solos de textura média, argilosa e muito argilosa, respectivamente. Enquanto as doses equivalentes a 3,7; 4,5 e 4,6 t ha⁻¹ de calcário é suficiente para elevar a saturação por bases dos solos ao patamar de solos considerados eutróficos (V≥50%), com pH em água em torno de 6,3; 6,0 e 6,5 nos solos de textura média, argilosa e muito argilosa, respectivamente.

Termos de indexação: pH do solo, método da incubação, análise de solo.

INTRODUÇÃO

Os solos de terra firme do Estado do Amazonas caracterizam-se por apresentar elevados teores de alumínio ativo (Al³⁺) e elevada acidez, condições desfavoráveis ao melhor desempenho das culturas agrícolas, ocasionando perdas e baixo retorno econômico aos produtores rurais da região. Dessa forma, a prática da calagem é indispensável para a obtenção de rendimentos agrícolas mais satisfatórios.

No entanto, é importante ressaltar que a resposta a esta técnica é dependente de outros fatores, tais como o tipo de solo, a espécie ou cultivar e dose utilizada. Nesse sentido, a utilização de estimativas de calcário, baseado em métodos calibrados para outra região, não é o mais

adequado, podendo acarretar em prejuízos devido à aplicação excessiva de corretivo, como deficiência de ferro e outros micronutrientes. Foloni et al. (2008) observaram que doses elevadas de calcário afetaram negativamente a produção de matéria seca do feijoeiro, comportamentos semelhantes foram observados para a cultura do milho (Caires et al., 2004) e soja (Fageria, 2001). Por outro lado, resultados negativos devido a não aplicação ou uso de subdoses de calcário tem sido bastante comuns em solos brasileiros. Apesar dessa constatação, a real necessidade de calagem para tornarem os solos da região central da Amazônia aptos à exploração agrícola, ainda é desconhecida. Sendo a recomendação de corretivos nesses solos, feita com base na extrapolação de informações de métodos calibrados para outras regiões.

Diante disso, é provável que a seleção de doses de calcário por meio de um método de alta acurácia e testado localmente, possa contribuir para o uso mais racional de calcário nessa região.

Objetivou-se com o presente estudo, avaliar as modificações químicas nos solos, da região central da Amazônia, em função da adição de diferentes níveis de calcário e estimar quantidades necessárias de corretivo para atingir pHs agricultáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação e laboratório do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. Foram utilizados 13 solos de terra firme, coletados na camada de 0-20 cm de profundidade, nos municípios de Manacapuru, Presidente Figueiredo, Itacoatiara, Iranduba, Rio Preto da Eva e Manaus, no estado do Amazonas. A seleção dos locais foi feita procurando abranger ampla faixa de solos que já vem sendo explorada com fins agrícolas na região. Em cada município foi coletado dois solos, exceto em Manaus-AM que foram coletados três solos. A coleta foi efetuada em único ponto sob vegetação nativa (floresta ombrófila aberta), onde os solos estavam mais preservados e que mantinham suas características físicas e químicas originais.

Após a coleta, os solos foram secos ao ar, homogeneizados e passados em peneira de 4 mm

de abertura, subamostras foram passadas em peneira de 2 mm, caracterizados químico e fisicamente (granulometria) (**Tabela 1**).

Posteriormente à caracterização granulométrica, os solos foram agrupados segundo a amplitude textural em: textura média, textura argilosa e textura muito argilosa.

O estudo foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de uma combinação de três classes texturais (textura média, argilosa e muito argilosa) com sete doses de calcário (0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10 t ha⁻¹). O calcário utilizado foi obtido pela mistura de CaCO₃ + 4MgCO₃.Mg(OH)₂.5H₂O (p.a.) na relação estequiométrica Ca:Mg de 3:1, em seguida os solos foram colocados para incubação conforme método proposto por Dunn (1943).

Durante o período de incubação a umidade do solo foi mantida em torno de 70% da capacidade de campo, por meio de pesagem diária dos vasos e adição de água deionizada. Cada unidade experimental foi composta por um vaso plástico de polietileno, sem poro de drenagem, com capacidade de 1 dm³.

Para a determinação da estabilidade do pH, foram coletados semanalmente 50 g de solos (obtendo-se a terra fina seca ao ar - TFSA) e analisados pH em água na relação solo/solução de 1:2,5, em todas as unidades experimentais. Transferiram-se 10 cm³ de TFSA para os recipientes, adicionou 25 ml de água e em seguida a suspensão foi agitada com bastão de vidro, sendo a leitura feita 60 minutos após. Todas as medições de pH foram feitas com eletrodo combinado de vidro, saturado de KCl e calibrado em pH 4.0 e 7.0 com padrões tampões.

Após atingir o pH de equilíbrio (56 dias de incubação), as amostras de solo foram coletadas e preparadas (TFSA) e submetidas as análises químicas: Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e H+Al em acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e a partir desses valores calculou-se o índice de saturação por bases (V%). A estimativa da necessidade de calagem foi feita plotando os valores finais do pH em água versus doses de calcário e ajustado-os a modelos de regressão polinomial, utilizando o software estatístico Sisvar 5.4 (Ferreira, 2011). Os modelos de regressão foram escolhidos pela significância (5% de probabilidade pelo teste de F) e pelo maior coeficiente de determinação. A partir das equações de regressão ajustadas, estimou-se a quantidade de calcário necessária para atingir os valores de pH desejados (5,5; 6,0 e 6,5) em cada grupo de solo.

RESULTADOS

A interpretação feita conforme a CFSEMG (1999) mostra que os solos estudados apresentaram valores de pH em H₂O entre 3,9 a 4,7; teores de Al³⁺ entre 0,8 a 1,8 cmol_c dm⁻³, saturação por Al (m) entre 63,2 a 88,7% e capacidade de troca de cátions total (T) acima de

9,0 cmol_c dm⁻³, exceto para o solo 2 e 4 que apresentaram T equivalente a 4,3 e 6,5 cmol_c dm⁻³, respectivamente. Além disso, foi observado teores extremamente baixos dos cátions de caráter básico: Ca, Mg e K consequentemente os valores de saturação por bases (V) estavam muito baixo, encontrando na faixa de 1,8 a 7,9% (**Tabela 1**).

Notou-se que, os solos apresentaram teores considerados baixos a médio de matéria orgânica, por outro lado, a acidez potencial variou entre 4,0 a 12,3 cmol_c dm⁻³, estando a maioria dos solos na faixa de alta acidez potencial (CFSEMG, 1999) com relação a textura, conforme Embrapa (2006), quatro solos apresentaram textura média, seis textura argilosa e três textura muito argilosa (**Tabela 1**).

Quanto ao requerimento de calcário, não houve efeito significativo ($P < 0,05$) da interação dos fatores classe textural e doses de calcário no pH dos solos avaliados. Porém, tanto a classe textural quanto os níveis de calcário, de forma isolada, influenciaram significativamente o pH dos solos.

Em relação ao efeito da classe textural na necessidade de calcário, verifica-se que os solos de textura argilosa necessitam de uma maior quantidade de calcário em relação aos demais para atingir os pHs alvos. Por outro lado, a menor necessidade de calcário foi observada para os solos de textura média (**Tabela 2**).

Quanto aos atributos Al³⁺ e H+Al, estes foram influenciados negativamente pelo aumento das doses de calcário aplicadas, sendo que os teores de Al reduziram de forma curvilínea (**Figura 1a**) enquanto os valores de H+Al decresceram linearmente (**Figura 1b**) com o fornecimento de níveis crescentes de calcário. Sendo a magnitude de redução do H+Al maior quando comparado com a diminuição dos teores de Al³⁺, independente da classe textural.

Considerando que os teores de Al trocável no solo devem estar em torno ou abaixo de 0,5 cmol_c dm⁻³ (CFSEMG, 1999), observa que essa condição pode ser alcançada adicionando o equivalente a 1,5; 2,6 e 2,2 t ha⁻¹ de calcário nos solos de textura média, argilosa e muito argilosa, respectivamente.

Por outro lado, os valores de saturação por bases nas respectivas classes texturais, foram influenciados positivamente e de maneira linear com o fornecimento de doses crescentes de calcário, independente da classe textural (**Figura 1c**). Sendo comportamento semelhante observado para o pH dos solos, (**Figura 1d**).

De modo geral, para cada tonelada de calcário adicionada aos solos de textura média e muito argilosa, há uma variação de 0,27 unidades de pH (**Figura 1d**), no entanto, a necessidade de calcário para atingir valores de pHs equivalentes a 5,5; 6,0 e 6,5 situaram-se em torno de 0,3; 2,2 e 4,0 t ha⁻¹ para os solos de textura média e 2,2; 4,0 e 5,8 t ha⁻¹ para os solos de textura muito argilosa, respectivamente. Por outro lado, nos solos de textura argilosa há uma mudança de 0,29 unidades de pH para cada tonelada de calcário adicionado ao solo (**Figura 1d**), enquanto que as doses de

corretivo necessárias para atingir o pH 5,0; 6,0 e 6,5 são de aproximadamente 2,6; 4,4 e 6,1 t ha⁻¹.

DISCUSSÃO

Os baixos valores de pH provavelmente é consequência do material de origem, idade desses solos e da rápida e contínua decomposição da matéria orgânica. Valores de pH variando entre 4,3 e 4,8, em solos dessa região, foram observados por Moreira & Fageria (2009). Considerando que a CTC indica o potencial dos nutrientes serem retidos na fase sólida do solo, os valores encontrados no presente estudo mostram que esses solos apresentam um considerado potencial para retenção de nutrientes catiônicos, provavelmente em função do efeito da coloidal da matéria orgânica do solo (MOS), porém, a maioria dessas cargas apresentam-se ocupadas por Al. Em relação valores de Al³⁺, H+Al e saturação por alumínio (m) observado, nota-se que os mesmos estão em concentrações consideradas muito altas para a maioria das culturas (CFSEMG, 1999), confirmando o caráter distrófico desses solos.

Em relação aos atributos da MOS, H+Al e textura, Husni et al. (1995) os consideram como aqueles que tem uma relação mais estreita com o tamponamento do solo e consequentemente com a necessidade de calagem. Levando em consideração o baixo teor de MOS apresentados nos solos estudados, é provável que a necessidade de calcário nestes estejam mais relacionados à H+Al e a classe textural.

O fato da maioria dos solos serem classificados como de textura argilosa ou muito argilosa é consequência a da atividade mais intensa dos fatores de formação de solo como alta umidade e precipitação pluviométrica presentes nesta região. Isso faz com haja uma maior superfície específica nos minerais presentes e maior geração de cargas, logo, esses solos são mais tamponados e requerem uma maior quantidade de corretivo em relação aqueles de textura mais grosseira. Em relação a redução dos atributos químicos Al³⁺ e H + Al em função do fornecimento de doses crescentes de calcário (curva de incubação), isto é consequência do aumento da disponibilidade dos ânions HCO₃⁻ e OH⁻, originados da dissociação do calcário e consequente reação com Al³⁺ e H⁺ na solução do solo.

A redução menos acentuada de H+Al quando comparado ao Al³⁺ é um indicativo de que o H está sendo mais expressivo em tamponar a acidez desses solos. Além disso, deve-se considerar que a magnitude do alumínio trocável em influenciar na necessidade de calagem é mais expressiva até o valor de pH 5,5, pois, acima desse valor este estaria neutralizado e apresentando pouca influência sobre as necessidades de calcário dos solos.

O aumento da saturação por bases em função do fornecimento de doses crescentes de calcário está relacionado à presença de elementos de caráter básico (Ca e Mg) na composição química do

corretivo. A resposta linear do pH do solo em função da adição de doses de calcário estão de acordo com as características dos atributos químicos dos solos estudados, e, padrão de resposta semelhante foram observados em outro estudo como Pagani & Mallarino (2012). Decorrente da reação dos ânions HCO₃⁻ e OH⁻, originados da dissociação do calcário, os cátions ácidos como Al³⁺ (Figura 1a e 1b), H⁺ (Figura 1b) e Mn²⁺ presentes na solução do solo.

CONCLUSÕES

A necessidade de calcário dos solos foi dependente de sua classe textural. Doses de calcário equivalente a 1,5; 2,6 e 2,2 t ha⁻¹ é suficiente para reduzir o Al³⁺ a valores não tóxicos (0,5 cmol_c dm⁻³) nos solos de textura média, argilosa e muito argilosa, respectivamente. Enquanto as doses equivalentes a 3,7; 4,5 e 4,6 t ha⁻¹ de calcário é suficiente para elevar a saturação por bases dos solos ao patamar de solos considerados eutróficos (V≥50%), correspondendo a pH em água em torno de 6,3; 6,0 e 6,5 nos solos de textura média, argilosa e muito argilosa, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- CAIRES, E. F.; KUSMAN, M. T.; BARTH, G.; GARBUJO, F. J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 125-136, 2004.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ed. Lavras, 1999. 359p.
- DUNN, L. E. Lime requirement determination of soils by means of titration curves. *Soil Science*. 56(5): 341-351, 1943.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa-SPI, 2006. 306p.
- FAGERIA, N. K. & ZIMMERMANN, F. J. P. Influence of pH on growth and nutrient uptake by crop species in an Oxisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 29 (17): 2675-2682, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, 35 (6): 1039-1042, 2011.
- FOLONI, J. S. S.; SANTOS, D. H.; CRESTE, J. E.; SALVADOR, J. P. Resposta do Feijoeiro e Fertilidade do Solo em Função de Altas Doses de Calcário em Interação com a Gessagem. *Colloquium Agrariae*, 4(2): 27-35, 2008.
- HUSNI, M. H. A.; DEVI, S.; MANAS. A. R.; ANUAR, A. R., SHAMSHUDDIN, J. Chemical variables affecting the lime requirement determination of tropical peat soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26: 2111-2122, 1995.
- MOREIRA, A. & FAGERIA, N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40:17, 2912 – 2925, 2009.

Tabela 1. Atributos granulométricos e químicos relacionados com acidez dos solos estudados, camada de 0-20 cm.

| Solo | Classe textural | pH (H ₂ O) | Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) | H+Al (cmol _c dm ⁻³) | V (%) | m | Argila (g Kg ⁻¹) | MOS |
|------|-----------------|-----------------------|--|--|-------|------|------------------------------|------|
| 1 | Média | 4,2 | 1,4 | 9,8 | 3,4 | 80,5 | 190,0 | 27,4 |
| 2 | | 4,4 | 0,8 | 4,0 | 5,2 | 78,4 | 220,0 | 11,8 |
| 3 | | 4,1 | 1,4 | 10,9 | 2,0 | 85,9 | 220,0 | 24,8 |
| 4 | | 4,4 | 1,3 | 6,3 | 3,7 | 84,3 | 232,0 | 14,0 |
| 5 | Argilosa | 4,4 | 1,4 | 9,8 | 3,4 | 80,5 | 360,0 | 26,1 |
| 6 | | 4,2 | 1,2 | 8,8 | 2,4 | 84,5 | 360,0 | 18,7 |
| 7 | | 4,1 | 1,8 | 12,3 | 1,8 | 88,7 | 360,0 | 28,7 |
| 8 | | 4,0 | 1,6 | 10,9 | 2,1 | 87,4 | 390,0 | 24,8 |
| 9 | | 3,9 | 1,4 | 9,8 | 3,3 | 80,5 | 550,0 | 18,7 |
| 10 | | 3,9 | 1,6 | 8,8 | 2,4 | 87,9 | 570,0 | 21,1 |
| 11 | Muito argilosa | 4,7 | 1,8 | 12,3 | 7,9 | 63,2 | 620,0 | 32,8 |
| 12 | | 4,1 | 1,2 | 8,8 | 3,6 | 78,4 | 670,0 | 16,4 |
| 13 | | 4,1 | 1,2 | 8,8 | 2,5 | 83,9 | 740,0 | 21,1 |

1, 4 e 9: coletado em Manaus-Am; 2 e 13: coletado em Presidente Figueiredo-Am; 3 e 8: coletado em Iranduba-Am; 5 e 11: coletado em Manacapuru-Am; 6 e 7: coletado em Itacoatiara-Am; 10 e 12: coletado em Rio Preto da Eva-Am.

Tabela 2. Necessidade de calcário para atingir o pH 5,5; 6,0 e 6,5 nos solos estudados em função da classe textural, após incubação por 56 dias.

| Classe textural | Necessidade de Calagem (t ha ⁻¹) | | |
|-----------------|--|--------|--------|
| | pH 5,5 | pH 6,0 | pH 6,5 |
| Média | 0,3 | 2,2 | 4,0 |
| Argilosa | 2,6 | 4,4 | 6,1 |
| Muito argilosa | 2,2 | 4,0 | 5,8 |

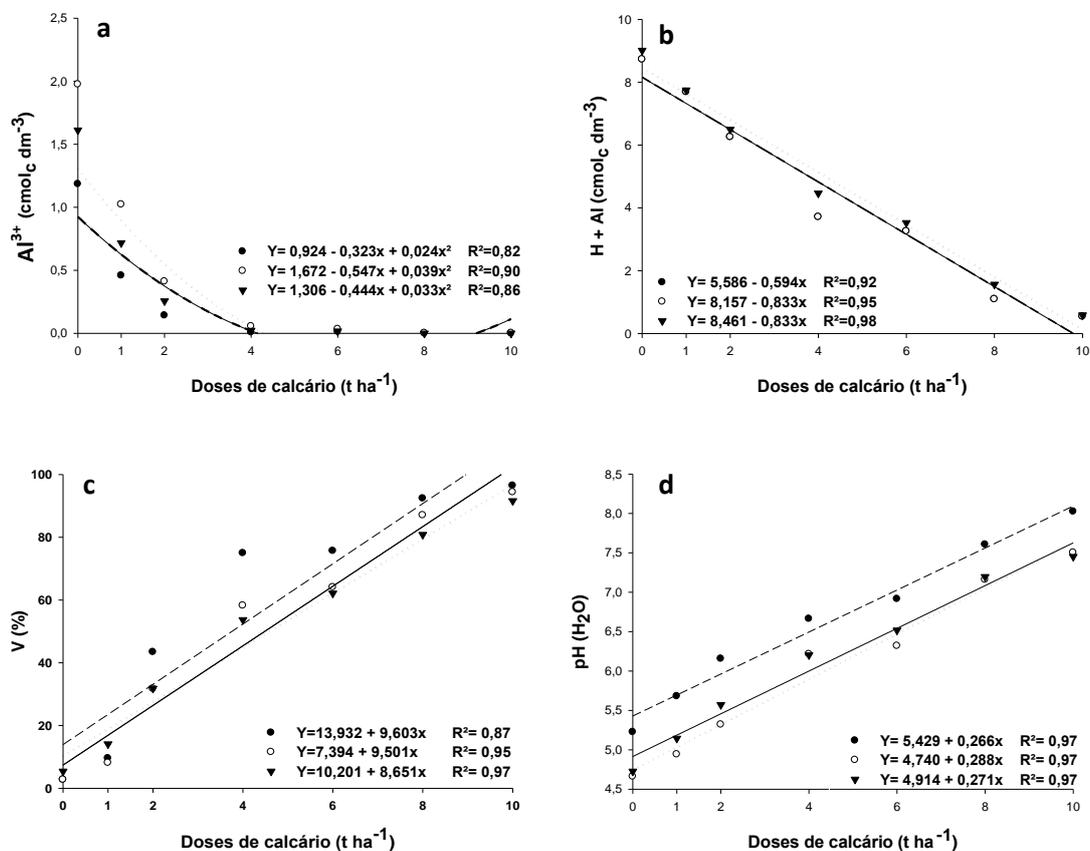


Figura 1. Valores de Al³⁺ (a), H+Al (b), saturação por bases (V%) (c) e pH em H₂O nos solos de textura média (●), argilosa (○) e muito argilosa (▼), em função do fornecimento de doses crescentes de calcário.