



Supercalagem: alterações em atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico

Jefferson Santana da Silva Carneiro^{1,*} , Sérgio Alves de Sousa², Marcio Nikkel³ , Túllio Teixeira Deusdará³ , Ângela Franciely Machado³, Rubens Ribeiro da Silva³ 

¹Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Araguatins, TO, Brasil.

³Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil.

*Autor correspondente: carneirojss@yahoo.com.br

Recebido: 31/10/2016; Aceito: 29/04/2018

Resumo: Os latossolos correspondem à grande parte dos solos do cerrado, naturalmente apresentando elevada acidez, sendo necessária a prática da calagem para correção desses solos. No entanto, se realizada de forma inadequada, esta pode provocar a supercalagem. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da supercalagem nos atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura franco argilo arenosa. Os cinco tratamentos foram obtidos a partir de doses de carbonato de cálcio p.a. (CaCO_3). O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Foram utilizadas doses de CaCO_3 equivalentes a 0,0, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 t ha^{-1} . Foram avaliados os seguintes atributos químicos do solo: cálcio (Ca^{2+}) trocável, acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), saturação de bases (V%), fósforo (P), capacidade de troca catiônica potencial ($\text{CTC}_{\text{potencial}}$) e pH em H_2O . As propriedades avaliadas apresentaram aumento significativo em função das doses de carbonato de cálcio na supercalagem, exceto para acidez potencial. A supercalagem aumentou o pH do solo para valores acima de 6,5. Calagem com doses elevadas de calcário com baixo Mg causam desequilíbrio nutricional do solo.

Palavras-chave: carbonato de cálcio; cerrado; acidez do solo.

Overliming: changes in chemical attributes of a Dystrophic Red-Yellow Oxisol

Abstract: Latosols correspond to the great part of the cerrado soils, naturally presenting high acidity, being necessary the liming to correct these soils. However, liming, if performed improperly, can promote overliming. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of overliming on the chemical attributes of a frank sandy clay texture, Dystrophic Red-Yellow Oxisol. Five treatments were obtained from doses of calcium carbonate p.a. (CaCO_3). The experiment was carried out in a completely randomized experimental design with five replicates. Doses of calcium carbonate equivalent were used; 0.0, 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 t ha^{-1} . The following soil chemical attributes were evaluated: exchangeable calcium (Ca^{2+}), potential acidity (H+Al), base sum (SB), base saturation (V%), phosphorus (P), potential cation exchange capacity ($\text{CTC}_{\text{potential}}$) and pH in H_2O . The evaluated attributes presented a significant increase as a function of the calcium carbonate doses in the supercaling, except for potential acidity. Overliming increased soil pH to values above 6.5. Liming with high doses of limestone with low Mg causes soil nutritional imbalance.

Keywords: calcium carbonate; savanna; soil acidity.

1. INTRODUÇÃO

O setor agrícola é o pilar da economia de muitos países, no entanto, a produtividade agrícola permanece extremamente baixa na maioria desses países, sendo atribuída a muitos fatores, tais como a acidez do solo, a erosão do solo, o cultivo contínuo e a inadequada gestão da fertilidade do solo (NDUWUMUREMYI, 2013).

Nos últimos anos, o Cerrado obteve um grande avanço em termos de produção de grãos. Antes visto como impróprio, este atualmente é uma das grandes oportunidades de produção em larga escala, em virtude de ajustes na aptidão agrícola dos solos (SILVA et al., 2014). Os latossolos representam 46% dos solos no Cerrado. Eles são naturalmente ácidos, pela constituição do material de origem e pelo elevado processo de intemperismo, e, normalmente, apresentam

baixos teores de cátions básicos (NÓIA et al., 2014). No entanto, são solos que apresentam boas condições para a mecanização, sendo seu potencial de produção condicionado pelo uso de corretivos e fertilizantes (BREVILIERI, 2012).

Os solos do Cerrado apresentam características como elevada acidez, toxidez por Al^{3+} ou Mn^{2+} , baixa saturação de bases, como cálcio trocável (Ca^{2+}), Mg^{2+} e K^+ , e ainda baixa disponibilidade de fósforo (P), características consideradas indesejáveis quando se trata do desenvolvimento da maioria das culturas (ALLEONI et al., 2005; ARAÚJO et al., 2009; SILVA et al., 2014; BONFIM-SILVA et al., 2014). De maneira geral, tais características são fatores limitantes para o aumento da produtividade na agricultura brasileira, uma vez que, nessas condições, algumas atividades são limitadas ou restritas, como o crescimento radicular e a absorção de nutrientes, devido a deficiências de nutrientes como P, Ca^{2+} e Mg^{2+} e aos valores de pH ou toxicidade por Al^{3+} e Fe^{2+} (NDUWUMUREMYI, 2013; SILVA et al., 2014).

A calagem é a prática mais comumente utilizada para neutralizar a acidez, aumentar a disponibilidade de nutrientes, diminuir o teor de elementos tóxicos, melhorar o ambiente radicular e restaurar a capacidade produtiva dos solos (SORATTO & CRUSCIOL, 2008; ARAÚJO et al., 2009). O calcário, quando misturado ao solo e com água, dissolve-se, e o carbonato de cálcio dissocia-se. Os produtos da dissolução do calcário reagem com os colóides do solo e, nessa reação, elevam o pH, os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e a saturação por bases, diminuem o Al^{3+} e o Mn^{2+} trocáveis no solo e também aumentam tanto a absorção de P como reduzem a fixação desse elemento no solo (SORATTO & CRUSCIOL, 2008; NDUWUMUREMYI, 2013; OLIVEIRA et al., 2015).

A reação do calcário é restrita a uma pequena distância do local da aplicação, assim, o benefício máximo é obtido com aplicação antecipada, distribuição uniforme e incorporação profunda. Os cátions integrantes do calcário se movimentam muito pouco no perfil do solo, porque seus ânions acompanhantes (carbonatos, bicarbonatos, óxidos ou hidróxidos) permanecem por muito pouco tempo na solução do solo, já que reagem rapidamente com os ácidos (acidez potencial — H^+Al) (ALLEONI et al., 2005; PÁDUA et al., 2006; FLORA et al., 2007; FREIRIA et al., 2008; SORATTO & CRUSCIOL, 2008; ARAÚJO et al., 2009).

Existem, contudo, áreas onde a calagem é feita em superfície ou em doses muito elevadas, o que implica maiores riscos de supercalagem, que se caracteriza pela elevação do pH e modificação nos níveis de alguns nutrientes para valores diferentes dos tecnicamente recomendados para a maioria das culturas e ainda por uma correção inadequada da acidez nas camadas mais profundas de solo exploradas pelas raízes. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da supercalagem nos atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura franco argilo-arenosa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), no *campus* universitário de Gurupi, bem como no laboratório de análises de solo da universidade (LabSolo UFT), localizado no sul do estado do Tocantins, nas coordenadas 11°43,45 de latitude S e 49°04,07 de longitude W e a 280 m de altitude. De acordo com a classificação adaptada de Köppen, o clima regional é do tipo B1wA' úmido, com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é 26,7°C, com precipitação média de 1.500 mm anual.

O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Os cinco tratamentos foram obtidos a partir das doses de carbonato de cálcio p.a. (CaCO_3), sendo utilizadas doses equivalentes a 0,0, 1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 t ha⁻¹. A supercalagem foi caracterizada pela aplicação excessiva de CaCO_3 no solo, uma vez que, para a condição de fertilidade do solo, a recomendação da calagem seria de 0,29 t ha⁻¹, calculado segundo o método da neutralização do alumínio e suprimento de cálcio e magnésio recomendado por Ribeiro et al. (1999).

Cada parcela experimental foi constituída por um saco de polietileno com 0,5 kg de solo. As doses do CaCO_3 foram colocadas em suas respectivas unidades experimentais, que foram homogeneizadas para melhor contato do calcário com o solo. Para que ocorresse a reação do solo com o CaCO_3 , este foi umedecido com água destilada. A quantidade de água aplicada foi estabelecida de acordo com a determinação da capacidade de campo do solo, sendo aplicada uma fração que representava 70% da capacidade de campo do solo estudado.

Para a incubação das doses de CaCO_3 , foram utilizadas amostras de solo coletadas da camada de 0-20 cm de profundidade de um latossolo vermelho-amarelo distrófico de textura franco argilo-arenosa (EMBRAPA, 2013). Após a coleta, as amostras foram colocadas para secar ao ar, destorroadas, passadas em peneira de 2 mm de abertura e homogeneizadas, para, então, serem realizadas as análises de rotina, de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997), no LabSolo UFT.

A caracterização da camada 0-20 cm do latossolo vermelho-amarelo distrófico utilizado para a incubação apresentou os seguintes resultados: pH (H_2O) = 6,10; P e K (método Mehlich-1) = 9,80 e 45,99 mg dm⁻³, respectivamente; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} (método KCl 1 mol L⁻¹) = 1,21, 0,5 e 0 cmol_c dm⁻³, respectivamente; H^+Al [método $\text{Ca}(\text{OAc})_2$, 0,5 mol L⁻¹] = 4,74 cmol_c dm⁻³; capacidade de troca catiônica potencial ($\text{CTC}_{\text{potencial}}$), capacidade de troca catiônica

efetiva ($CTC_{efetiva}$) e soma de bases (SB) = 6,57, 1,83 e 1,83 $cmol_c dm^{-3}$, respectivamente; saturação de bases (V%) = 27,90; matéria orgânica (método Walkley & Black) = 17,00 $g dm^{-3}$; areia, silte e argila = 678, 57 e 265 $g kg^{-1}$, respectivamente.

Ao longo do estudo, os sacos foram abertos semanalmente para repor a água e também para que houvesse a liberação dos gases acumulados. O solo permaneceu incubado por 90 dias, a fim de que houvesse a reação completa do $CaCO_3$ no solo.

Para avaliação do efeito da supercalagem após o período de incubação, foram retiradas amostras para a determinação dos atributos químicos do solo, sendo analisados os teores de Ca^{2+} , H+Al, SB, V%, P, $CTC_{potencial}$ e pH em H_2O , de acordo com a metodologia recomendada pela Embrapa (1997).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o *software* estatístico SIS-VAR® (FERREIRA, 2011). Os modelos de regressão foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes da equação de regressão (β), adotando-se significância de 5% ($p \leq 0,05$) de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis avaliadas (pH, H+Al, V%, SB, Ca^{2+} e P) apresentaram significância à análise de variância e de regressão ($p \leq 0,05$) em função das doses de $CaCO_3$. A variável $CTC_{potencial}$ também exibiu essa significância, porém não mostrou ajustes aos modelos de regressão polinomial (Tabela 1).

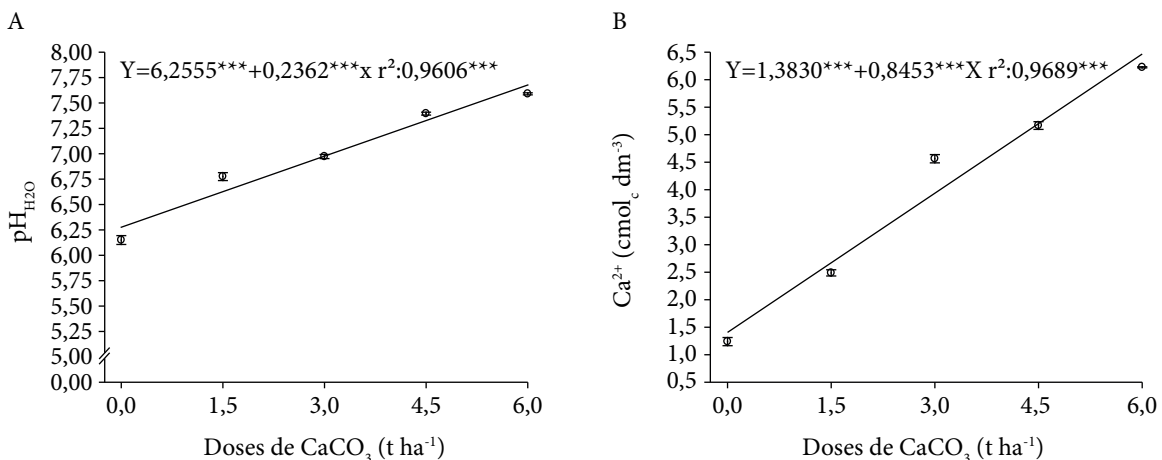
O pH do solo apresentou ajuste ao modelo de regressão linear, crescendo em função das doses de $CaCO_3$ (Figura 1A). O pH aumentou até 7,67 na maior dose de calcário, podendo ainda atingir valores maiores em doses superiores a 6 $t ha^{-1}$. O pH ideal para a maioria das culturas varia de 5,7 a 6,5, faixa na qual a maioria dos nutrientes estão em equilíbrio e com disponibilidade razoável (RIBEIRO et al., 1999).

Sousa et al. (2013), avaliando a incubação de um argissolo com doses de calcário que chegaram até 10 $t ha^{-1}$, verificaram resposta quadrática do pH, tendo este atingido máximo pH nas doses de 9,42 e 8,60 $t ha^{-1}$ de calcário para

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos atributos químicos do latossolo vermelho-amarelo distrófico em função de doses crescentes de carbonato de cálcio p.a. ($CaCO_3$) na supercalagem, Gurupi, TO (2016).

F. var.	Quadrado médio dos resíduos						
	pH*	Ca^{2+} *	P*	H+Al*	SB*	V%*	$CTC_{potencial}^{*ns}$
Trat.	1,31	16,59	179,02	15,89	15,84	3842,84	0,97
Res.	0,01	0,03	7,79	0,03	0,02	3,03	0,04
MG	6,96	3,92	17,26	1,72	4,48	72,39	6,20
CV% ²	1,07	4,12	16,18	9,83	3,47	2,41	3,33

F. var.: fonte de variação; Trat.: tratamento; Res.: resíduo; MG: média geral; CV%: coeficiente de variação; pH: acidez ativa; H+Al: acidez potencial; V%: saturação de bases; SB: soma de bases; $CTC_{potencial}$: capacidade de troca catiônica potencial; Ca^{2+} : cálcio trocável; P: fósforo; *significativo ao teste F e à análise de regressão ($p \leq 0,05$); ns: não significativa regressão ($p \leq 0,05$).



Y: \hat{Y} ; *significativo a nível de 1% ($p \leq 0,01$); **significativo a nível de 5% ($p \leq 0,05$).

Figura 1. pH_{H₂O} (A) e teor de cálcio (Ca^{2+}) (B) de um latossolo vermelho-amarelo distrófico em função da incubação do solo com doses de carbonato de cálcio p.a. ($CaCO_3$) visando ao efeito da supercalagem, Gurupi, TO (2016).

pH em água e CaCl_2 , respectivamente. Já Anjos et al. (2011), Moreira & Fageria (2010) e Marcelo et al. (2012) verificaram aumento linear do pH do solo em função da calagem com doses crescentes, com até 9,5, 10,3 e 3,6 t ha^{-1} de calcário, respectivamente. No entanto, nesses trabalhos, o pH do solo não ultrapassou a faixa determinada como ideal para as culturas (5,5-6,5), mesmo com doses elevadas de calcário aplicado ao solo. Possivelmente, isso ocorreu em função do maior poder tampão desses solos, uma vez que, a despeito das doses elevadas de calcário, a acidez potencial permaneceu acima de 1,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, enquanto no presente trabalho já na dose de 4,5 t ha^{-1} o H+Al foi praticamente 0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$.

Segundo Nduwumuremyi (2013), o pH do solo é um excelente indicador químico da qualidade do solo, sendo sua acidez quantificada com base em suas concentrações de hidrogênio (H^+) e de alumínio (Al^{3+}). Quando estes se tornam mais ácidos, plantas intolerantes a condições ácidas são afetadas negativamente, o que leva ao declínio da produtividade; assim, a calagem tem por objetivo ajustar a acidez do solo, elevando o pH e neutralizando o Al^{3+} tóxico. A calagem elimina o Al^{3+} tóxico e o H^+ através das reações com OH^- . O excesso de OH^- vai elevar o pH do solo, que é o efeito mais reconhecível da calagem (NDUWUMUREMYI, 2013).

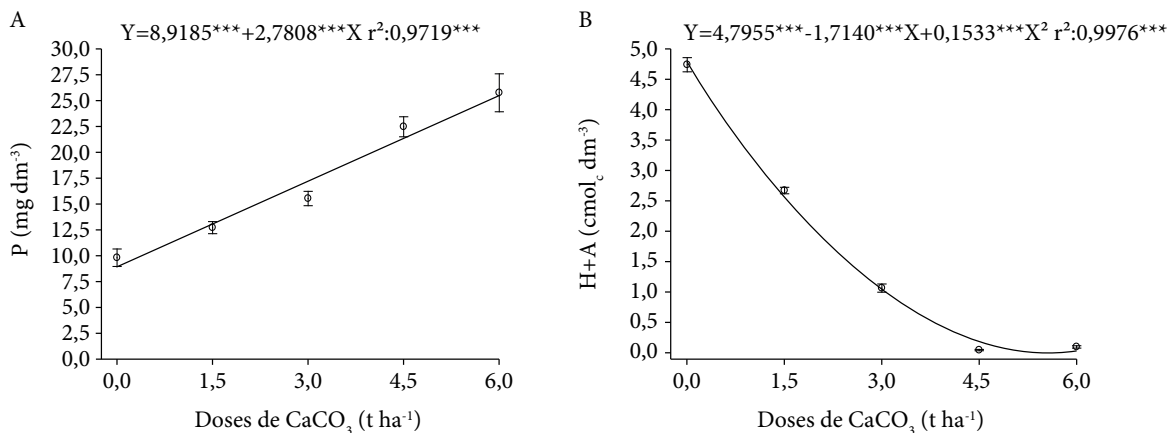
Os teores de Ca^{2+} do solo apresentaram ajuste significativo ao modelo de regressão linear crescente em função das doses de CaCO_3 na supercalagem (Figura 1B). A quantidade de Ca^{2+} aumentou cerca de 0,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ por tonelada de CaCO_3 aplicada ao solo. Em solos do Cerrado, a quantidade de Ca^{2+} considerada para um nível adequado de fertilidade do solo para a maioria das culturas varia de 2,41-4,00 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente (RIBEIRO et al., 1999), sendo esse valor mínimo obtido na dose de 1,21 t ha^{-1} de CaCO_3 . O Ca^{2+} aumentou na medida em que se aumentaram as doses de carbonato de cálcio, chegando a 6,45 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ em sua maior quantidade (6 t ha^{-1}).

Vários trabalhos, como os de Marcelo et al. (2012), com aplicação de até 3,6 t ha^{-1} ; Freiria et al. (2008), de até 4 t ha^{-1} ; Araújo et al. (2009), de até 6,9 t ha^{-1} ; Alleoni et al. (2005), de até 7,8 t ha^{-1} ; Anjos et al. (2011), com até 9,5 t ha^{-1} ; e Moreira & Fageria (2010), de até 10,3 t ha^{-1} de calcário, mostraram o aumento do Ca^{2+} em função da aplicação de doses de calcário, apresentando aumento linear e respondendo de forma positiva a doses elevadas de calcário, corroborando o aumento verificado no presente trabalho ocasionado pela supercalagem.

Salvador et al. (2011) citam que altos teores de cálcio e magnésio no solo geram inibição competitiva entre os nutrientes, principalmente com o potássio. Sendo assim, a supercalagem, além de desequilibrar a solução do solo, ainda inibe a absorção de alguns nutrientes pelas plantas. Segundo os mesmos autores, o excesso de cálcio também pode causar problemas ligados à absorção de magnésio, uma vez que o cálcio tem preferência sobre esse nutriente, competindo com os sítios de absorção.

O fósforo disponível no solo apresentou aumento linear em função das doses crescentes de carbonato de cálcio (Figura 2A).

O fósforo disponível aumentou cerca de 2,78 mg dm^{-3} por tonelada de CaCO_3 aplicado ao solo, apresentando ainda potencial de aumento em doses superiores a 6 t ha^{-1} . Ele aumentou de 8,99 para 25,60 mg dm^{-3} , atingindo nível adequado no solo (20,1 mg dm^{-3}), segundo Ribeiro et al. (1999), na dose de 4,02 t ha^{-1} de CaCO_3 . Esse elemento é especialmente sensível ao pH e pode tornar-se um nutriente limitante em solos fortemente ácidos. Assim, a eficiência



Y: \hat{Y} ; ***significativo a nível de 1% ($p \leq 0,01$).

Figura 2. Teor de fósforo disponível (P) (A) e acidez potencial (H+Al) (B) de um latossolo vermelho-amarelo distrófico em função da incubação do solo com doses crescentes de carbonato de cálcio p.a. (CaCO_3) visando ao efeito da supercalagem, Gurupi, TO (2016).

reduzida do uso de fertilizantes e o desempenho de culturas podem ser esperados quando a acidez do solo não for devidamente controlada (NDUWUMUREMYI, 2013). O aumento dos valores de pH advindos do uso de corretivos na agricultura é uma prática que contribui para aumentar a disponibilidade de P e a eficiência dos fertilizantes fosfatados (ARRUDA et al., 2015).

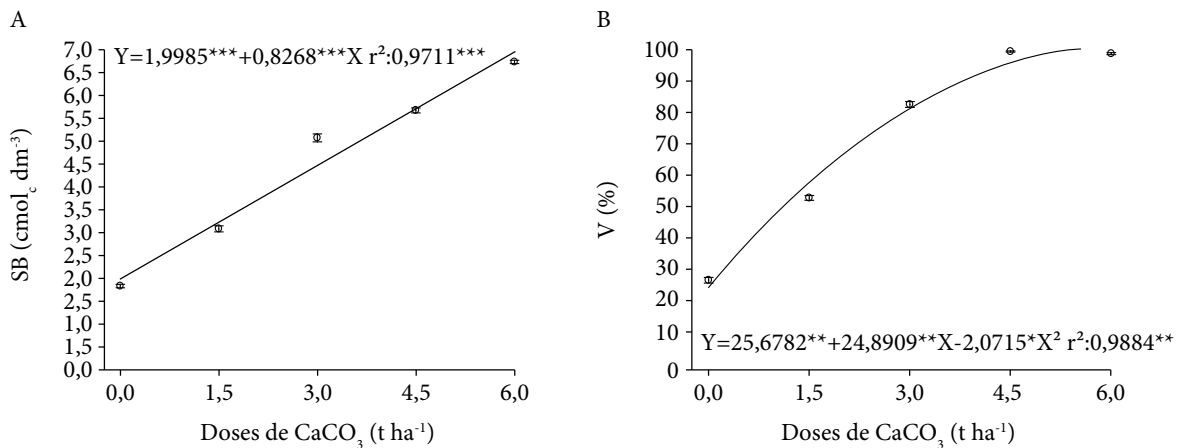
Os solos ácidos são naturalmente deficientes em fósforo disponível para a planta. Isso porque porções significativas desse elemento aplicado são imobilizadas por causa da precipitação dele como fosfato de alumínio insolúvel ou em óxidos de alumínio e minerais de argila (NDUWUMUREMYI, 2013). A calagem de solos ácidos resultou na liberação de P para absorção pelas plantas, sendo referida muitas vezes como efeito de mola de P do calcário (NDUWUMUREMYI, 2013). O aumento da disponibilidade de P na faixa de pH 5,0-6,5 está associada com a libertação de íons de P a partir de óxidos de Fe e Al, que é responsável pela fixação de P. No entanto, estudos mostram que, em pH elevado (> 6,5), o P solúvel precipita como fosfato de cálcio (NDUWUMUREMYI, 2013). Neste trabalho, a disponibilidade de P foi aumentada em pH > 6,5, mostrando que podem haver diferentes comportamentos do P com relação ao aumento do pH.

A acidez potencial (H+Al) apresentou ajuste ao modelo quadrático de regressão, reduzindo em função das doses de carbonato de cálcio (Figura 2B). A acidez potencial apresentou menor valor na dose 5,59 t ha⁻¹ de CaCO₃, dose a partir da qual a acidez potencial foi 0 cmol_c dm⁻³. O valor considerado dentro da faixa aceitável (baixo), segundo Ribeiro et al. (1999), para o desenvolvimento da maioria das culturas é de 1,01 a 2,5 cmol_c dm⁻³, obtido com 3,02 t ha⁻¹ de CaCO₃. Isso corrobora o trabalho de Anjos et al. (2011), que verificaram redução da acidez potencial de forma quadrática, apresentando tendência à neutralização total dessa acidez com doses elevadas, uma vez que foram aplicadas até 9,5 t ha⁻¹ de calcário. Já Marcelo et al. (2012) e Moreira & Fageria (2010) verificaram redução linear da acidez potencial do solo em função da aplicação de doses de calcário, com doses máximas de 3,6 t ha⁻¹ e 10,3 t ha⁻¹, respectivamente.

A SB do solo apresentou ajuste ao modelo de regressão linear, aumentando em função das doses do carbonato de cálcio (Figura 3A). Essa soma aumentou cerca de 0,83 cmol_c dm⁻³ por tonelada de CaCO₃ aplicada ao solo, apresentando potencial resposta a doses superiores à 6 t ha⁻¹. Uma SB considerada ideal para que o solo apresente um nível adequado de fertilidade é de 3,61 a 6,00 cmol_c dm⁻³ para os do Cerrado (RIBEIRO et al., 1999). Assim, o mínimo para considerar a SB em um nível adequado à fertilidade do solo foi obtido na dose de 1,95 t ha⁻¹ de CaCO₃. Essa soma aumentou de 1,99 para 6,96 cmol_c dm⁻³ em consequência da aplicação de doses de carbonato de cálcio.

A V% apresentou ajuste ao modelo de regressão quadrático, de acordo com as doses crescentes de carbonato de cálcio (Figura 3B). A máxima V% (100%) foi obtida na dose de 6 t ha⁻¹ de CaCO₃, e a considerada ideal varia na faixa de 60,1 a 80% (RIBEIRO et al., 1999). Esse valor mínimo foi obtido na dose de aproximadamente 1,6 t ha⁻¹ de CaCO₃.

Vários trabalhos avaliando diferentes tipos de calcário, formas de aplicação, profundidades de incorporação em diferentes tipos de cobertura vegetal e solos mostram que a calagem promove o aumento da saturação por bases independentemente do manejo adotado na calagem (ARAÚJO et al., 2009; FREIRIA et al., 2008; MARCELO et al., 2012; MOREIRA & FAGERIA, 2010; PÁDUA et al., 2006; ROSSATO et al., 2009; ALLEONI et al., 2005). O aumento da V% ocasionado pela supercalagem deve-se principalmente à redução da acidez potencial (H+Al) e ao aumento dos



Y: \hat{Y} ; ***significativo a nível de 1% ($p \leq 0,01$); **significativo a nível de 5% ($p \leq 0,05$).

Figura 3. Soma de bases (SB): (A) Saturação por Bases (SB) (B) de um latossolo vermelho-amarelo distrófico em função da incubação do solo com doses crescentes de carbonato de cálcio p.a. (CaCO₃) visando ao efeito da supercalagem, Gurupi, TO (2016).

teores de Ca^{2+} , resultado também observado por Calonego et al. (2012), que avaliou o efeito da calagem e silicatagem em um argissolo vermelho-amarelo distrófico.

A V% relativamente elevada deve ser mantida para a maioria dos sistemas de cultivo, uma vez que essa saturação determina, em grande parte, a disponibilidade de bases para absorção pelas plantas e influencia fortemente o pH do solo (NDUWUMUREMYI, 2013). V% em níveis baixos resulta em solos muito ácidos e presença de cátions potencialmente tóxicos, como Al^{3+} e Mn^{2+} ; ela elevada (> 50%) aumenta a disponibilidade de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e impede a queda de pH do solo; e baixa (< 25%) é indicativo de solos fortemente ácidos que podem manter atividade de Al^{3+} alta o suficiente para causar fitotoxicidade (NDUWUMUREMYI, 2013).

A capacidade de troca catiônica total (Figura 4) não apresentou ajuste significativo aos modelos de regressão, apresentando, em média, $\text{CTC}_{\text{potencial}}$ de $6,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Esse valor é considerado como médio ($4,31\text{-}8,60 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) para solos do Cerrado (RIBEIRO et al., 1999).

A capacidade de troca catiônica potencial é obtida a partir da soma das bases trocáveis (Ca, Mg, K) e da acidez potencial (H+Al) (ALLEONI et al., 2005). Em função disso, ocorre pouca variação como consequência das doses de calcário, uma vez que, com a calagem, ocorre a redução da acidez potencial, porém sucede o aumento do Ca^{2+} , ocupando os sítios da CTC do solo. Os resultados de Moreira & Fageria (2010), os quais utilizaram doses de calcário que variaram de 0 a $10,3 \text{ t ha}^{-1}$, comprovam os resultados do presente trabalho, no qual a $\text{CTC}_{\text{potencial}}$ pouco foi alterada de acordo com as doses de calcário, ocorrendo também aumento das bases (Ca e Mg) e redução da acidez potencial (H+Al).

Trabalhos com a avaliação do efeito da supercalagem sobre a fertilidade do solo do Cerrado são pouco comuns, pois, como esses solos geralmente são ácidos, considera-se que a supercalagem é pouco provável de ocorrer. Porém, com o avanço do cultivo do plantio direto e o manejo muitas vezes realizado de forma incorreta, aplicando-se doses elevadas em superfície sem incorporação, o efeito da supercalagem precisa ser estudado nessas condições e seus efeitos sobre a disponibilidade de nutrientes, principalmente os micronutrientes. Sobretudo em função dos solos apresentarem, de forma geral, baixa CTC potencial, o que aumenta o risco da supercalagem, uma vez que o solo possui pouca capacidade de reter cátions trocáveis. Nesses solos, métodos de recomendação que não levem em consideração a sua capacidade tampão também aumentam o risco de supercalagem.

4. CONCLUSÕES

Doses elevadas de calcário podem promover a supercalagem em solos do cerrado.

A elevação da saturação por bases pela aplicação de doses elevadas de calcário eleva o pH para faixas nas quais causa baixa disponibilidade de nutrientes.

A supercalagem causa desequilíbrio entre os nutrientes no solo, principalmente quando aplicado calcário com baixa quantidade de Mg.

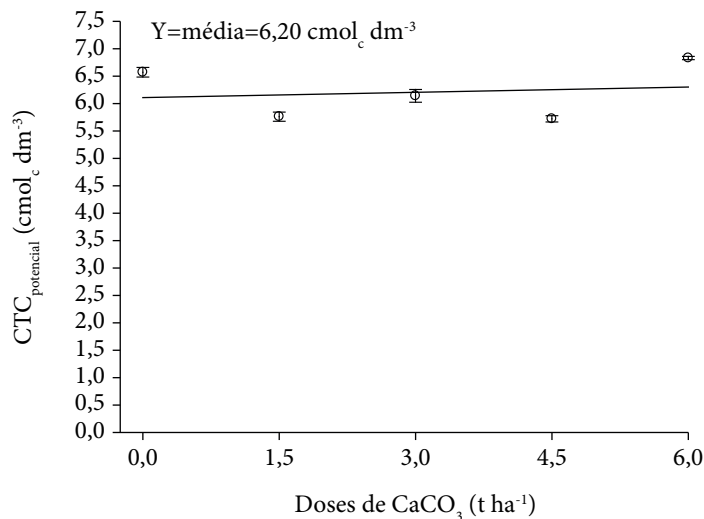


Figura 4. Capacidade de troca catiônica potencial ($\text{CTC}_{\text{potencial}}$) de um latossolo vermelho-amarelo distrófico em função da incubação do solo com doses crescentes de carbonato de cálcio p.a. (CaCO_3) visando o efeito da supercalagem, Gurupi, TO (2016).

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFT, *campus* de Gurupi, e ao LabSolo UFT, a parceira na execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A.; CAIRES, E.F. Atributos químicos de um latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.6, p.923-934, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000600010>>.
- ANJOS, J.L.; SOBRAL, L.F.; LIMA JUNIOR, M.A. Efeito da calagem em atributos químicos do solo e na produção da laranja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.11, p.1138-1142, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011001100005>>.
- ARAÚJO, S.R.; DEMATTÊ, J.A.M.; GARBUJO, F.J. Aplicação de calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.6, p.1755-1764, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600024>>.
- ARRUDA, E.M.; LANA, R.M.Q.; PEREIRA, H.S. Fósforo extraído por mehlich¹ e resina de troca aniônica em solos submetidos à calagem. **Bioscience Journal**, v.31, n.4, p.1107-1117, 2015. <<http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v31n4a2015-22170>>.
- BONFIM-SILVA, E.M.; GUIMARÃES, S.L.; FARIAS, L.N.; OLIVEIRA, J.R.; BOSA, C.K.; FONTENELLI, J.V. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v.30, n.5, p.1380-1388, 2014.
- BREVILIERI, R.C. **Adubação fosfatada na cultura da soja em Latossolo vermelho cultivado há 16 anos sob diferentes sistemas de manejo**. Aquidauana-MG: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2012. 52p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2012.
- CALONEGO, J.C.; MORA, V.S.; SANTOS, C.H.; OLIVEIRA, L. Calagem e silicatagem em solo incubado com diferentes umidades. **Colloquium Agrariae**, v.8, n.2, p.46-56, 2012. <10.5747/ca.2012.v08.n2.a078>.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.
- _____. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>>.
- FLORA, L.P.D.; ERNANI, P.R.; CASSOL, P.C. Mobilidade de cátions e correção da acidez de um cambissolo em função da aplicação superficial de calcário combinado com sais de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1592-1598, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600035>>.
- FREIRIA, A.C.; MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado na superfície ou incorporado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.2, p.285-291, 2008. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1738>>.
- MARCELO, A.V.; CORÁ, J.E.; SCALA JUNIOR, N.L. Influence of liming on residual soil respiration and chemical properties in a tropical no-tillage system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.1, p.45-50, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000100005>>.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.4, p.1231-1239, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000400022>>.
- NDUWUMUREMYI, A. Soil acidification and lime quality: sources of soil acidity, its effects on plant nutrients, efficiency of lime and liming requirements. **Journal of Agriculture and Allied Sciences**, v.2, n.4, p.26-34, 2013.
- NÓIA, N.R.C.; CRUZ, M.C.P.; DAVALO, M.J.; OLIVEIRA, M.C.; FUJITA, C.K. Produção de matéria seca de alfafa (*Medicago sativa* L.) em função de doses de calcário. **Científica**, v.42, n.3, p.310-315, 2014. <<http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2014v42n3p310-315>>.
- OLIVEIRA, P.D.; AMBROSINI, V.G.; MELO, G.W.B.; ZALAMENA, J.; BRUNETTO, G. Uso de calcário na amenização da toxidez de cobre em videiras jovens. **Científica**, v.43, n.4, p.427-435, 2015. <<http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n4p427-435>>.

- PÁDUA, T.R.P.; SILVA, C.A.; MELO, L.C.A. Calagem em latossolo sob influência de coberturas vegetais: Neutralização da acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.5, p.869-878, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000500013>>.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. **Recomendação para o uso de fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Minas Gerais: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. 360p.
- ROSSATO, O.B.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; BRUNETTO, G.; ADORNA, J.C.; GIROTTO, E.; LORENZI, C.R. Correction of soil acidity in the subsurface of an oxisol with sandy loam texture under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.3, p.659-667, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000300018>>.
- SALVADOR, J.T.; CARVALHO, T.C.; LUCCHESI, L.A.C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.9, n.1, p.27-32, 2011.
- SILVA, W.B.; BARCELOS, F.P.; SICHOCKI, D.; SILVA, G.M.C. Uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da *Brachiaria ruziziensis* L. **Perspectivas: Ciências Exatas & Engenharia**, v.4, n.10, p.1-11, 2014. <<https://doi.org/10.25242/885X4102014186>>.
- SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.675-688, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200022>>.
- SOUSA, L.F.R.A.; MARINHO, R.W.D.; NUNES, F.M.; SILVA, R.V.; NASCIMENTO, I.O.; SILVA, W.A. Determinação do pH de um argissolo vermelho amarelo distrófico incubado com aplicação de doses crescentes de CaCO₃ por diferentes métodos. **Revista Agroecossistemas**, v.5, n.2, p.58-63, 2013. <<http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v5i2.1800>>.