

## RESPOSTA DO FEIJOEIRO E FERTILIDADE DO SOLO EM FUNÇÃO DE ALTAS DOSES DE CALCÁRIO EM INTERAÇÃO COM A GESSAGEM

José Salvador Simoneti Foloni<sup>(1)</sup>, Diego Henriques Santos<sup>(2)</sup>, José Eduardo Creste<sup>(1)</sup>, Jean Paulo Salvador<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Docente do Curso de Agronomia da UNOESTE. <sup>(2)</sup> Mestrando em Produção Vegetal da UNOESTE.; <sup>(3)</sup> Discente do Curso de Agronomia, da UNOESTE.

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento vegetativo da parte aérea de plantas de feijão, assim como alterações em atributos químicos do solo, em função de doses excessivas de calcário, na presença e ausência de supergessagem, em condições controladas, independentemente de critérios de recomendação para aplicações de corretivos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, durante os meses de Abril a Maio de 2005. Foram feitas as aplicações das doses de calcário dolomítico de 0, 4, 8 e 16 t.ha<sup>-1</sup>, na presença e ausência de 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola. Cultivou-se duas plantas de feijão por vaso, cortadas 50 dias após a emergência. A calagem em excesso, tanto na ausência como na presença de gesso, prejudicou a produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro. A acidez ativa do solo foi neutralizada somente pela calagem. A gessagem intensificou a redução da acidez potencial do solo. O Ca do solo foi incrementado pela adição de gesso. Em contrapartida, a gessagem reduziu a disponibilização de Mg do solo, mesmo na presença de 16 t.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Na ausência de gessagem, a calagem elevou os teores de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

**Palavras-chave:** calagem, gessagem e feijoeiro.

### RESPONSIVE OF THE BEAN PLANT AND FERTILITY OF THE SOIL IN FUNCTION OF DISCHARGES LIMESTONE DOSES IN INTERACTION WITH THE GYPSUM

#### ABSTRACT

This work had for objective to evaluate the vegetative growth of the aerial part of bean plants, as well as alterations in chemical attributes of the soil, in function of excessive limestone doses, of the presence and absence in the super-gypsum, in controlled conditions, independently of recommendation criteria for applications of correctives. The experiment was vegetation house, during the months of April to May of 2005. They were made the applications of the doses of limestone dolomitic of 0, 4, 8 and 16 t.ha<sup>-1</sup>, in the presence and absence of 8 t.ha<sup>-1</sup> of agricultural plaster. Cultivated two bean plants by vase, cut to the 50 days after the emergency. The excess limestone, in the absence and in the presence of plaster, it harmed the production of dry matter of the aerial part of the bean plant. The acidity activates of the soil it was only neutralized by the limestone. In compensation, the gypsum intensified the reduction of potential acidity of soil. The Ca of the soil was increased by the addition of gypsum. The gypsum reduced the disponibilização of Mg of the soil, even in the presence of 16 t.ha<sup>-1</sup> of limestone dolomitic. In the gypsum absence, the lime elevated the tenors of SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> of the soil. On the other hand, the limestone addition reduced SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

**Key words:** limestone, gypsum, bean plant.

## INTRODUÇÃO

A tecnologia de manejo da fertilidade de solos tropicais fez do Brasil um dos grandes protagonistas do agronegócio mundial. A calagem, em especial, é considerada um grande salto tecnológico, difundida e comumente utilizada em todas as regiões brasileiras para corrigir solos ácidos, sendo indiscutível a sua importância para a ocupação dos solos de cerrado. Com aumento do pH, a disponibilidade de elementos normalmente tóxicos, em solos ácidos, como alumínio e manganês, é reduzida, bem como, de outros nutrientes como ferro, cobre e zinco (MALAVOLTA et al., 1981). Outros nutrientes como fósforo e molibdênio têm suas disponibilidades aumentadas com a calagem.

A acidez do solo por influir nas características físicas, químicas e biológicas do solo, é uma das principais barreiras para a produtividade da maioria das culturas, que se agrava ainda mais com a presença de alumínio trocável (LOPOES; ALVES, 1981). Desta forma a calagem assume um papel imprescindível na correção da acidez e na liberação dos nutrientes para as plantas.

A calagem adiciona o cálcio que é pouco eficiente quando se deseja a movimentação do íon no perfil do solo. Em longo prazo, o cálcio movimenta-se no perfil, mas o tipo de solo é que vai favorecer ou não a profundidade de lixiviação (GARGANTINI, et. Al., 1982), além da quantidade e do tipo de adubo aplicado no solo (FEITOSA et. Al., 1980). Sendo assim, quando se deseja enriquecimento rápido de cálcio em camadas mais profundas pode-se aplicar o  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , isto é, se fazer a gessagem que é um dos processos mais efetivos para estes casos (ALVES; LOPES, 1983).

A gessagem, todavia, só é recomendada em situações específicas, pois pode desequilibrar as bases do solo ou proporcionar a lixiviação de outros cátions como o potássio e o magnésio

(ROSOLEM et. al., 1994). Por isso, para evitar esses efeitos negativos do gesso, é importante fazer a aplicação combinada com calcário dolomítico.

O produto utilizado na calagem tem o objetivo de neutralizar a acidez do solo, melhorar a estrutura dos solos argilosos, reduzir o nitrogênio gasoso ou óxido de nitrogênio, por bactéria ou fungo capaz de usá-lo como reserva de oxigênio, além disto, reduz a perda do nitrogênio. Libera o fósforo e o potássio que se prendem aos solos ácidos. Contudo, é importante tomar muito cuidado na sua aplicação, porque uma dosagem excessiva será tão mal quanto a sua falta. Se o emprego for em excesso, poderá provocar a deficiência de outros nutrientes, sobretudo o fósforo, zinco, boro e manganês (COLLINGS, 1955).

A calagem melhora também o ambiente e o sistema radicular, para que possam assimilar os nutrientes disponíveis. De uma maneira geral, solos com alto teor de alumínio, de matéria orgânica e de argila, necessitam de maiores quantidades de calcário, por serem principais fontes de acidez e de tamponamento do solo.

Normalmente, solos afetados por sais são encontrados em zonas áridas e semi-áridas, onde a evaporação é superior à precipitação. A drenagem interna deficiente apresentada em alguns solos dessas regiões, juntamente com a excessiva evaporação produz a acumulação de sais solúveis e o incremento do sódio trocável na superfície e/ou na subsuperfície dos solos.

Por apresentar baixo custo e relativa abundância com que é encontrado em várias partes do mundo, o gesso é o corretivo mais utilizado para recuperação de solos sódicos e salino-sódicos. Magalhães (1987) cita que Pernambuco possui 83% das reservas de gesso de jazidas do País, localizadas próximas aos perímetros irrigados.

A eficiência do gesso como corretivo é dependente da dissolução. Alguns dos fatores que influenciam a taxa de dissolução do gesso no solo são a granulométrica das partículas do gesso e o método de aplicação do corretivo.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento vegetativo da parte aérea de plantas de feijão, assim como alterações em atributos químicos do solo, em função de doses excessivas de calcário, na presença e ausência de supergessagem, em condições controladas, independentemente de critérios de recomendação para aplicações de corretivos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente - SP, durante os meses de Abril a Maio de 2005. Utilizou-se uma porção de solo coletada de 0 a 20 cm de profundidade de

um Argissilo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999), de textura média (760 g.kg<sup>-1</sup> de areia, 180 g.kg<sup>-1</sup> de argila e 60 g.kg<sup>-1</sup> de silte). A porção de solo coletada para montagem do experimento foi seca ao ar e peneirada (malha 2 mm). Em seguida, foram coletadas amostras, de maneira aleatória, que foram encaminhadas para caracterização de atributos químicos do solo, conforme RAIJ et. al (2001). O ponto máximo de retenção de água do solo desestruturado (peneirado) foi determinado por método de saturação em funil conforme EMBRAPA (1997), e o valor encontrado foi de 180 g.kg<sup>-1</sup>. Os resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento estão apresentados na tabela 1.

**TABELA 1** - Análise química da porção de solo coletada para realização do experimento

pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	(g.dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )			----- (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) -----				(%)
5,3	13	47	19	1,5	18	14	34	52	64

De acordo com os tratamentos experimentais previamente planejados, foram feitas as aplicações das doses de calcário dolomítico (CaO: 28%, MgO: 20%, PN: 99% e PRNT: 95%) e gesso (CaSO<sub>4</sub>), misturadas com as porções de solo que foram previamente peneiradas e secadas ao ar. O solo que recebeu calcário e gesso foi mantido em sacos de plástico por 30 dias com o teor de água a 180 g.kg<sup>-1</sup> (capacidade de campo). Em seguida, as porções de solo foram novamente secadas ao ar, e adubadas com 150 mg.dm<sup>-3</sup> de P, 120 mg.dm<sup>-3</sup> de K e 25 mg dm<sup>-3</sup> de N, nas formas de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Os vasos utilizados no experimento continham 18 dm<sup>3</sup> de solo, que foi acondicionado

a uma densidade de 1,2 g.cm<sup>-3</sup>, correspondente à do solo comumente encontrado no campo.

Os tratamentos constituíram-se de quatro doses de calcário dolomítico (0, 4, 8, 16 t.ha<sup>-1</sup>) na presença (8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso) e na ausência de gessagem. As doses de calcário e gesso utilizadas (de acordo com os tratamentos experimentais) foram calculadas com base em quantidades de corretivos recomendados por hectare, tendo como base o volume de solo corrigido de 2.000.000 dm<sup>3</sup> por hectare, considerando-se 20 cm de profundidade de correção efetiva do perfil do solo com incorporação por meio de aração e gradagem.

A semeadura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L., var. Pérola) foi realizada utilizando-se

seis sementes por vaso. O início da emergência das plântulas ocorreu cinco dias após a semeadura. Cerca de cinco dias após a emergência (DAE), foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

A umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo do solo (180 g.kg<sup>-1</sup> de água), através de regas diárias. Aos 50 DAE, fez-se a coleta da parte aérea das plantas de feijão que foram cortadas na altura do colo, rente à superfície do solo. Após a coleta, as plantas foram secadas em estufa de aeração forçada a 60°C, por 72 horas, e tiveram a massa da matéria seca determinada.

Imediatamente após a coleta das plantas, aos 50 DAE, foram coletadas amostras de solo, sendo quatro sub-amostras por vaso, retiradas aleatoriamente, na profundidade de 0 a 20 cm, com o auxílio de trados tipos sonda. Em seguida, as amostras de solo foram secadas em estufa de aeração forçada a 40°C por 48 horas, e foram passadas em peneira de 2 mm para posterior análise em laboratório. Foram determinados os seguintes atributos do solo: pH em solução de CaCl<sub>2</sub>, acidez potencial (índice H+Al), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), sulfato (S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), soma de bases e capacidade de troca catiônica (CTC). As determinações analíticas seguiram os procedimentos de Raji e Quaggio (1984).

O delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial com quatro repetições. Foram feitas análises de variância e um estudo para comparar as médias dos tratamentos, utilizando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade, para as variáveis que apresentaram significância estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados do estudo estatístico realizado para as variáveis massa da matéria seca da parte aérea

das plantas de feijão (aos 50 dias após a emergência), acidez ativa do solo (pH em CaCl<sub>2</sub>), acidez potencial (H+Al), teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), soma de bases (Ca+Mg+K) e Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo.

Com exceção do K do solo, a calagem causou alterações em todos os outros atributos estudados. No que se refere à gessagem, somente a massa da matéria seca da parte aérea e a acidez ativa (pH) do solo não foram alterados (Tabela 2). Considerando-se a interação entre calagem e gessagem, apenas o sulfato do solo apresentou resposta significativa.

A gessagem não causou efeito algum sobre a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de feijão (Figura 1A). Contudo, doses a partir de 4 t.ha<sup>-1</sup> de calcário, tanto na presença como na ausência de gesso, foram prejudiciais ao crescimento das plantas. A calagem em excesso pode ter reduzido a disponibilidade de nutrientes do solo, que por conseqüência prejudicou o desenvolvimento das plantas (Figura 1A).

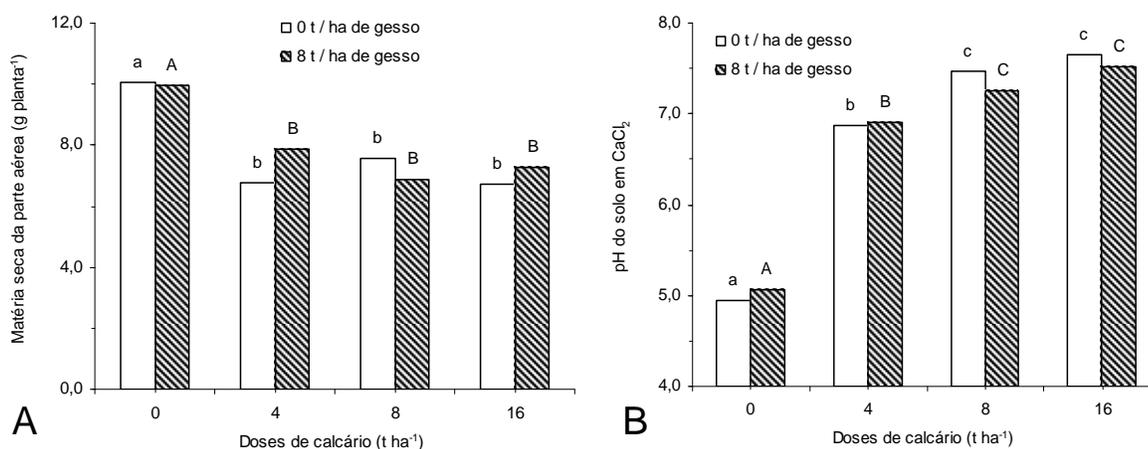
**TABELA 2** - Valores de F calculados por meio das análises de variância e regressão, para as variáveis área das plantas de feijão, assim como para os atributos do solo pH, acidez potencial (H+Al), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), sulfato (S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), soma de bases e capacidade de troca catiônica (CTC), em função da aplicação de doses de gesso em interação com doses de calcário

Causas da Variação	Variáveis analisadas								
	MS (parte aérea) (g planta <sup>-1</sup> )	pH CaCl <sub>2</sub>	H+Al	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	CTC	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )
	----- (mmolc.dm <sup>-3</sup> ) -----								
Calagem	5,20**	476,87***	22,92***	64,47***	52,30***	1,16 ns	78,95***	46,68***	5,29**
Gessagem	0,05 ns	0,87 ns	4,09*	64,61***	14,43**	3,25 ns	26,74***	16,55***	49,71***
Calagem x Gessagem	4,52 ns	2,10 ns	2,51 ns	0,44 ns	2,64 ns	1,59 ns	0,93 ns	0,44 ns	9,14***
CV <sup>(1)</sup> (%)	21,58	2,26	29,45	14,95	25,80	28,67	14,35	13,97	34,80
DMS <sup>(2)</sup>	2,39	0,21	5,36	14,29	5,71	-	24,87	27,76	47,93
Média	7,94	6,71	13,06	68,56	15,87	3,38	87,91	100,81	69,85

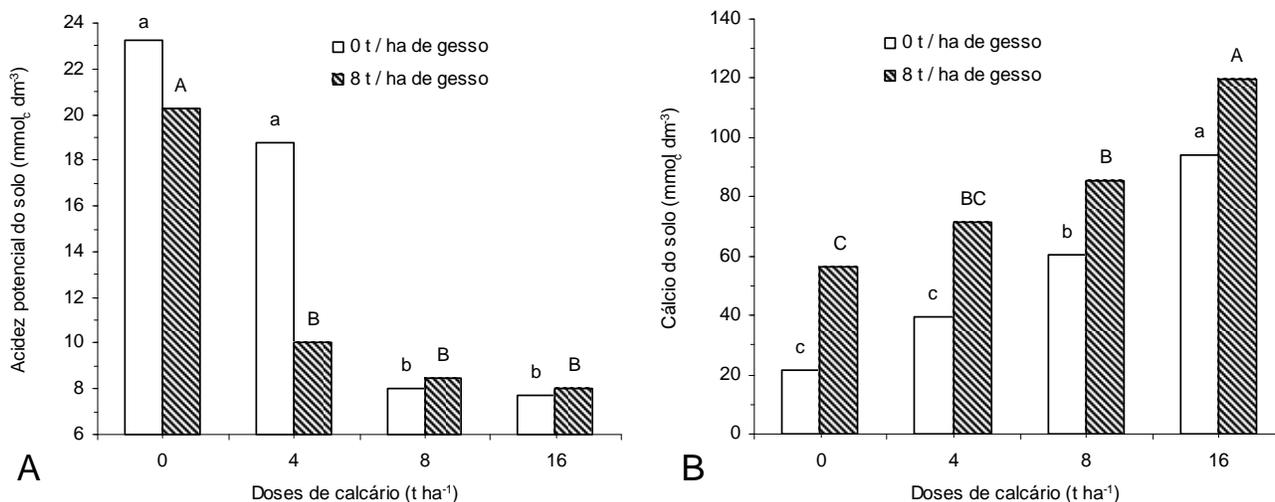
\*, \*\* e \*\*\* significativos a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns: não significativo. <sup>(1)</sup> Coeficiente de variação. <sup>(2)</sup> Diferença mínima estatística pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A acidez ativa do solo não foi reduzida por causa da aplicação de gesso (Figura 1B). Porém, como era de se esperar, a calagem reduziu a acidez, com valores próximos a pH 7, a partir da dose de 4 t.ha<sup>-1</sup> da calcário.

O gesso, apesar de ter aumentado significativamente os teores de Ca do solo (Figura 2B), não surtiu efeito sobre a acidez ativa, mesmo aplicando-se a dose de 8 t.ha<sup>-1</sup>.



**FIGURA 1** - (A) Massa da matéria seca da parte aérea das plantas de feijão, em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem, e (B) Valores de pH do solo, determinados em solução de CaCl<sub>2</sub>, em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem. Letras iguais, desde que do mesmo tamanho, são iguais estatisticamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Letras minúsculas e maiúsculas comparam as médias dos tratamentos com 0 e 8 t ha<sup>-1</sup> de gesso, respectivamente.



**FIGURA 2** - Acidez potencial (H+Al) do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem (A) e teores de cálcio do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem (B). Letras iguais, desde que do mesmo tamanho, são iguais estatisticamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Letras minúsculas e maiúsculas comparam as médias dos tratamentos com 0 e 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso, respectivamente

Na ausência de calagem ou quando foram aplicados 4 t.ha<sup>-1</sup> de corretivo, a gessagem reduziu a acidez potencial do solo (Figura 2A). Ou seja, o gesso reduziu expressivamente a acidez potencial do solo, muito provavelmente, porque os altos teores de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Figura 7) proporcionaram menor atividade do Al<sup>3+</sup>.

Na presença das doses mais elevadas de calcário (8 e 16 t.ha<sup>-1</sup>), o uso de 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso não alterou os valores da acidez potencial do solo (Figura 2A).

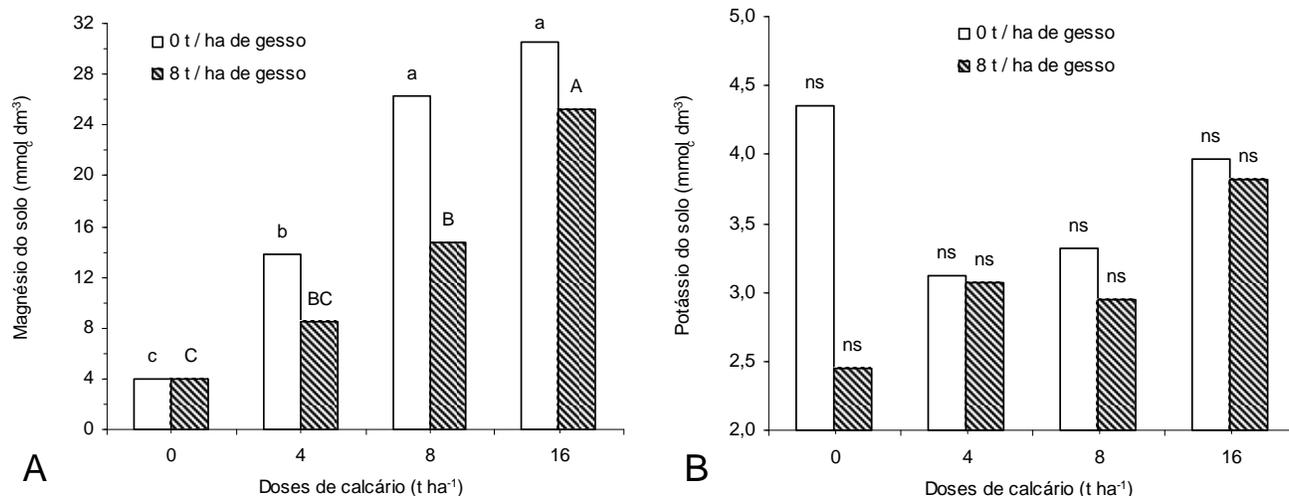
O Cálcio do solo foi responsivo à calagem, tanto na presença como na ausência de gessagem (Figura 2B). Contudo, nota-se na figura 4 que os incrementos nos teores de Ca proporcionados pela gessagem foram maiores quando não se aplicou calcário ou na presença da menor dose.

No tratamento testemunha (ausência de calagem), a aplicação de 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso triplicou o teor de Ca do solo (Figura 2B).

A calagem aumentou os teores de Mg do solo (Figura 3A). No entanto, a aplicação de gesso, junto ao solo calcariado, reduziu a disponibilidade de Mg. A gessagem elevou os teores de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do

solo (Figura 4A), que por sua vez forma par iônicos com cátions básicos do solo (como o Mg), reduzindo a disponibilidade para as plantas. Na série liotrópica, o Mg é adsorvido com menor energia de ligação do que o Ca, e por isso há forte indisponibilização de Mg em solos submetidos à gessagem.

O potássio do solo não respondeu à calagem, nem mesmo na presença de gesso (Figura 3B). Teoricamente, os teores de K deveriam ser reduzidos em função do aumento das doses de calcário, e muito mais na presença de gesso, de acordo com o que foi observado para o Mg (Figura 3A). No entanto, muito provavelmente, o K não respondeu à correção do solo porque fez-se uma adubação relativamente elevada com KCl antes da instalação do experimento, da ordem de 120 mg.dm<sup>-3</sup> de K.

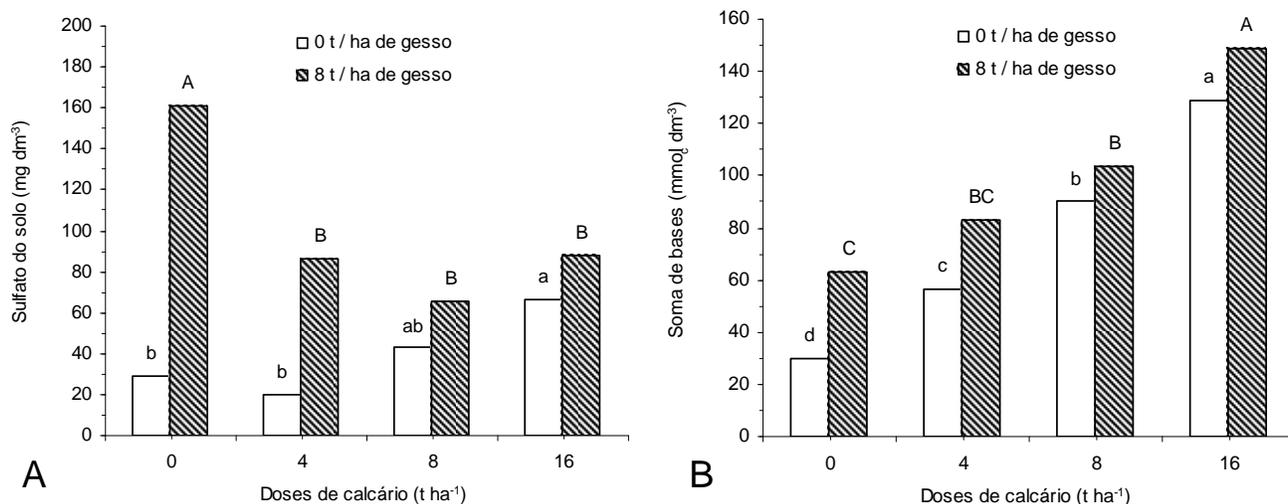


**FIGURA 3** - Teores de magnésio do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem (A) e teores de potássio do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem (B). Letras iguais, desde que do mesmo tamanho, são iguais estatisticamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Letras minúsculas e maiúsculas comparam as médias dos tratamentos com 0 e 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso, respectivamente. ns: não significativo

No tratamento com ausência de calagem, a aplicação de 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso elevou o teor de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo em mais de 8 vezes, quando comparado com o tratamento sem gesso (Figura 4A). Por outro lado, a calagem reduziu significativamente os teores de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo nos tratamentos que receberam gesso. Em contrapartida, nos tratamentos sem gessagem, o SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo aumentou à medida que as doses de calcário foram elevadas (Figura 4A). Portanto, houve uma inversão de tendência do

comportamento do SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo na ausência e presença de gessagem.

A soma de bases no tratamento com ausência foi fortemente influenciada pela aplicação de gesso, ou seja, a elevação dos teores de Ca do solo dependeu essencialmente do gesso quando a calagem não existiu (Figura 4B).

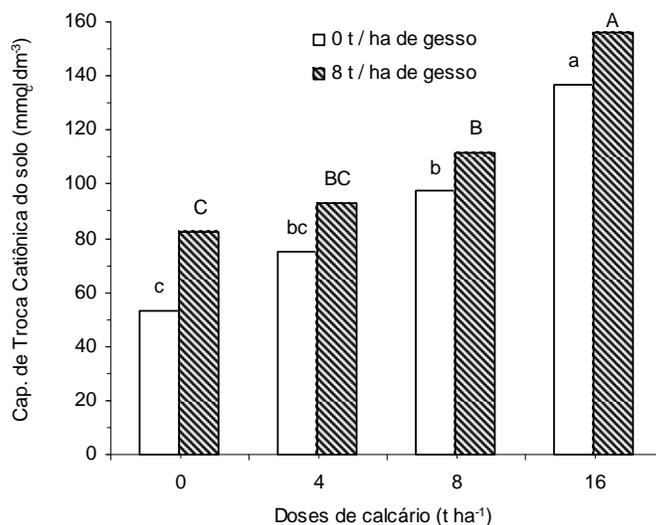


**FIGURA 4** - Teores de sulfato do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem (A) e Soma de Bases do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem (B). Letras iguais, desde que do mesmo tamanho, são iguais estatisticamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Letras minúsculas e maiúsculas comparam as médias dos tratamentos com 0 e 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso, respectivamente

A capacidade de troca catiônica do solo seguiu basicamente a mesma tendência da soma de bases, onde os níveis de CTC foram elevados consideravelmente na ausência de calagem, quando aplicou-se gesso (Figura 5). Quando fez-se

a calagem, a influência do gesso sobre a CTC do solo foi sendo minimizada.

A gessagem contribuiu mais intensamente com o aumento dos teores de Ca, mesmo porque não reduziu a acidez potencial do solo (Figura 2A).



**FIGURA 5** - Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo em resposta à calagem, na presença ou ausência de gessagem. Letras iguais, desde que do mesmo tamanho, são iguais estatisticamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Letras minúsculas e maiúsculas comparam as médias dos tratamentos com 0 e 8 t.ha<sup>-1</sup> de gesso, respectivamente

## CONCLUSÕES

A calagem em excesso, tanto na ausência como na presença de gesso, prejudicou a produção de matéria seca da parte aérea do feijoeiro. A acidez ativa do solo foi neutralizada somente pela calagem. Em contrapartida, a gessagem intensificou a redução da acidez potencial do solo. Apesar de ter incrementado o Ca do solo, a gessagem reduziu a disponibilização de Mg, mesmo na presença de 16 t.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico. Na ausência de gessagem, a calagem elevou os teores de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo. Por sua vez, a adição de calcário reduziu o SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> do solo que recebeu gesso.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, H. M. R.; LOPES, A. S. Redução da saturação de alumínio em profundidade pela aplicação superficial de calcário e gesso em latossolos sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 19., 1983, Curitiba. **Resumos...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 82.
- COLLINGS, G. H. **commercial Fertilizers**. 5.ed. Ney York: Mc Graw-Hill, 1955. 617 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412 p.
- FEITOSA, C. T. et al. Adubação NP para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na presença e na ausência de calcário. **Rev. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 4, p. 156-9, 1989.
- GARGANTINI, H.; MELLO, F. A. F.; ARZOELA, S. Efeitos da calagem sobre os teores de cálcio mais magnésio de perfis de solos de cerrado. **Anais da ESALQ**, v. 39, p. 1115-1136, 1982.
- LOPES, A. S.; ALVES, H. M. R. Efeitos da aplicação de corretivos e fertilizantes na diminuição da toxidez de alumínio em profundidade, em amostras de solos sob vegetação de cerrado em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 18., 1981, Salvador. **Resumos...** Salvador: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981. p. 96.
- MALAVOLTA, E. et al. **Gesso Agrícola – Seu uso na adubação e correção do solo**. 2.ed. São Paulo: Ultrafertil, 1981. 30 p. (Série divulgação técnica, 8).
- ROSOLEM, C. A. et al. **Sistema radicular e nutrição do milho em função da compactação do solo e calagem**. Bragantina, Campinas, 1994. p. 53.
- MAGALHÃES, A. F. **Métodos de análise químicas para solos salinos e sódicos**. Recife: Departamento de Agronomia, UFRPE, 1987. 30 p.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília. **Anais...** 1984, Brasília: EMBRAPA/ANDA E POTAFÓS, 1984.
- RAIJ, B. van et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.