

Foto 08. Tratamento oito na sexta avaliação – 59 Dias após dessecação e 27 DAE.



Foto 09. Tratamento nove na sexta avaliação – 59 Dias após dessecação e 27 DAE.

DETERMINAÇÃO DOS EFEITOS DE DOSE, FONTES DE GESSO (MINERAL E FOSFOGESSO) E FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO SOBRE A PRODUTIVIDADES DE CULTURAS EM SUCESSÃO NO CERRADO DA BAHIA*

* Projeto financiado com recurso do FUNDEAGRO

Gilvan Barbosa Ferreira¹, Flávia Cristina dos Santos², Manoel Ricardo de Albuquerque², Cleiton Antônio da Silva Barbosa³, Luciano Biancini⁴, Pedro Brugnera⁵, Celito Eduardo Breda⁵, Karoline A. Reis⁶, Fernando P. Fumagalli⁶, Benedito O. S. Filho⁷, Robson A. Silva⁷, Dioclécio R. N. Junior⁷, Murilo Barros Pedrosa⁸, João Batista dos Santos⁹.

1. Pesquisador da Embrapa Roraima, e-mail: gilvan@cpafrr.embrapa.br; 2. Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; 3. Pesquisador da Círculo Verde Pesquisa – CVP; 4. Gerente de Produção do Grupo Ilmo da Cunha; 5. Consultores da Círculo Verde; 6. Estagiários da CVP; 7. Técnicos da CVP; 8. Pesquisador da Fundação Bahia; 9. Pesquisador da EBDA.

Introdução

A acidez do solo, a pobreza em nutrientes e os veranicos recorrentes são as principais restrições para a produção agrícola sustentável na região dos cerrados brasileiros. A cada três anos podem ocorrer ao menos um veranico com duração superior a 21 dias contínuo durante a estação chuvosa, provocando o secamento da água disponível do solo em mais que 100 cm de profundidade. Dada à frequência elevada de veranicos, as culturas devem estender seus sistemas radiculares o mais profundo possível para absorver água. Isto só é possível se pelo perfil fluírem periodicamente cátions (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e ânions (NO_3^- , Cl^- e, principalmente, SO_4^{2-}) que possam neutralizar o Al^{3+} em profundidade e proporcione um ambiente químico propício ao crescimento radicular. A gessagem permite essa movimentação de íons no perfil, sendo recomendada a cada cinco anos. Em solos arenosos, tem sido evitado a recomendação de gessagem pela pesquisa para evitar perdas acentuadas de potássio, principalmente, e magnésio por meio de lixiviação.

Apesar disso, o algodoeiro de alta produtividade ($> 300 \text{ @ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) tem sido manejado com uso de aplicações anuais ou bi-anuais de gesso, da ordem

de 1000 kg ha^{-1} no cerrado baiano. Inclusive, há relatos locais de cultivos de algodoeiro sob pivô central, em solos arenosos, em que essa prática não evitou a deficiência de enxofre no florescimento/enchimento dos frutos, indicando a necessidade de rever a frequência e, ou, a dose anual de gesso e, ou, no manejo das lâminas de água aplicadas.

Experimentos com gesso feitos no cerrado baiano têm mostrado que a cultura do algodão e, mesmo, a do milho, em condição de alto potencial produtivo, responde a aplicação anual de gesso, apresentando incremento até mesmo a re-aplicação de doses tão alta como $4 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Entretanto, é possível manter níveis de S disponível no perfil do solo suficientes para produções superiores a $300 \text{ @ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de algodão em caroço ou $150 \text{ sc ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de milho, com a reaplicação de $0,5$ a $1,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Nessas doses, obtém-se altas produtividades, menores custo e risco financeiro pelo uso do enxofre e menor perda de K^+ e Mg^{2+} da camada arável do solo.

Neste terceiro ano desta pesquisa, objetiva-se verificar a continuidade do efeito da correção inicial com gesso feito na área, sua reaplicação anual e as doses crescentes sobre os índices de fertilidade do solo, o crescimento, estado nutricional e a produtividade de algodão e soja em duas condições distintas de cultivo

sob gessagem.

Material e Métodos

Foram continuados os estudos sobre os ensaios montados na safra 2005/2006 na Fazenda Mineira (solo mais argiloso) e na Fazenda Marechal Rondon (solo mais arenoso). Nessas Fazendas, são reaplicadas anualmente ou não as doses de 0, 0,5 1,0, 2,0 e 4,0 t ha⁻¹ de gesso, seja como fosfogesso ou gesso mineral, em áreas experimentais fixas e georreferenciadas.

Na Fazenda Marechal Rondon se fez o cultivo do algodoeiro, o qual foi plantado em 25/12/2008, as plântulas emergiram em 05/01/2008 e a colheita foi realizada em 25/07/2008, usando uma área útil de 2 Linhas (0,76 m) x 3,28 m (5 m²). Na Fazenda Mineira, cultivou-se a soja 8866, semeada em 02/12/2007, com emergência em 08/12/2007.

As coletas de solo para avaliação dos tratamentos foram efetuadas após os 130 dias após a emergência (dae), sendo usada uma chibanca e uma cavadeira para amostragem de quatro amostras simples por parcela e, em seguida, foi feita uma amostra composta por parcela nas profundidades: de 0 a 20, 21 a 40, 41 a 60, 61 a 80 e 81 a 100 cm. Também foram efetuadas as seguintes medições de crescimento e produção:

- Algodão: altura, no de nós, peso médio de capulhos, análise foliar; e produtividade.

- Soja: comprimento de raiz até 1 m de profundidade, altura, estado nutricional, stand, produtividade e peso de mil grãos, corrigidos para 13% de umidade.

Resultados e discussão

3.1. Algodão

3.1.1. Mudanças nos índices de fertilidade:

A aplicação de gesso provocou alterações nos teores de S disponível no solo, pela dose aplicada, fonte ou frequência de aplicação. Houve efeito linear na concentração de S disponível em todas as camadas, exceto na de 60 a 80 cm (Fig. 1A). Isto indica que as doses elevam efetivamente os teores de S em praticamente todas as camadas do perfil, com maior acúmulo na camada de 80 a 100 cm. Inclusive, ambas as fontes testadas tiveram maior potencial de acréscimo nos teores nas camadas de 60 a 80 e 80 a 100 cm (Figs. 1 B e C), quando aplicadas anualmente. Em geral, os teores de S disponível tenderam a convergir para valores entre 30 e 40 mg dm⁻³, semelhante aos teores encontrados na testemunha, em ambas as fontes, nas camadas abaixo de 60 cm, seja com aplicação de doses

baixas (0,5 t ha⁻¹, Fig. 1A), seja com a aplicação feita apenas no 1º. Ano (Figs. 1B e C). Isto indica a necessidade de doses maiores ou aplicações mais frequentes para manter uma concentração de S disponível maior do que o normalmente encontrado no solo, nas camadas > 20 cm, corrigindo os teores que foram reduzidos pela absorção radicular e pela lixiviação.

Houve forte lixiviação de K disponível das camadas de 0-50 cm e acúmulo, nem sempre proporcional, nas camadas de 50 a 100 cm (Fig. 2A). Tanto o aumento da dose aplicada (Fig. 2A), quanto maior a frequência de aplicação (Fig. 2 B e C) levaram a incrementos significativos na perda de K na camada arável. Como os teores acumulados nas camadas inferiores no solo são menores que a redução dos teores médios na superfície, claramente houve perda de K do perfil do solo, tanto pela absorção radicular e extração pela planta, seja por lixiviação do nutriente. Como a produtividade alcançada não variou muito entre os tratamentos, é possível que a maior parte das mudanças nos teores no solo seja mesmo devido à lixiviação.

O gesso também aumentou os teores de Ca²⁺ nas diferentes camadas de solo analisadas (Fig. 3). Em geral, houve acréscimo nos teores da camada de 0-20 e na de 80 a 100 cm, sendo o teor das camadas intermediárias variável conforme a fonte utilizada. O fosfogesso

so aplicado anualmente elevou significativamente os teores de Ca²⁺, comparado ao ocorrido com a primeira aplicação no início do ensaio (Fig. 3B e C). Na média, mesmo o uso de pequena dosagem de gesso (0,5 t ha⁻¹) permitiu a elevação dos teores de Ca²⁺ em profundidade, indicando que o uso frequente desse insumo tem o mesmo impacto de grandes aplicações periódicas, com a vantagem de se ter certeza do fornecimento anual de enxofre para a cultura em cada safra.

A gessagem reduziu os teores de Mg²⁺ nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, apesar de significativo apenas nesta última, sem que tenha ocorrido acúmulo nas camadas mais profundas do solo (Fig. 4). Os teores encontrados (<0,5 cmolc dm⁻³) já eram considerados baixos e foram adicionalmente reduzidos em cerca de 20% o que pode provocar desbalanço nutricional e deficiência latente (“fome escondida”) de Mg na cultura do algodoeiro. O uso de calcário dolomítico é essencial na correção da acidez superficial desse solo. Isto permitiria manter os teores de Mg²⁺ em níveis elevados ou ao menos em valores superiores a 0,5 cmolc/dm³ na camada de 0 a 20 cm. Teores baixos de Mg²⁺ associados a aplicações de grandes quantidades de K e Ca podem levar a redução na absorção do Mg, reduzindo o potencial produtivo da cultura.

3.1.2. Variação no estado nutricional, no crescimento e na produtividade

O efeito mais global da aplicação de gesso sobre os teores foliares é o aumento dos teores de Ca e S (Fig. 5A) pela aplicação do gesso ou por maior frequência de correção (Figs., 5B e C), pois os teores destes nutrientes são linearmente afetados no solo (Figs. 1B e 3B) pelas doses crescentes de gesso. Como consequência, os teores de Ca e S crescem linearmente também na folha (Figs. 6B e 6C).

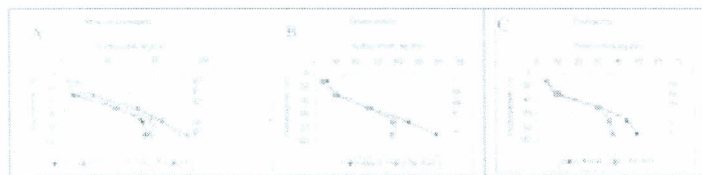


Figura 1. Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de K disponíveis medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.



Figura 2 Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de K disponível medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

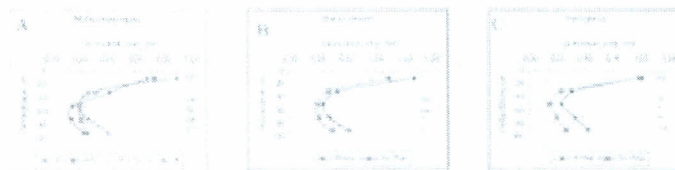


Figura 3 Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de K disponível medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

3.1.2. Variação no estado nutricional, no crescimento e na produtividade

O efeito mais global da aplicação de gesso sobre os teores foliares é o aumento dos teores de Ca e S (Fig. 5A) pela aplicação do gesso ou por maior frequência de correção (Figs., 5B e C), pois os teores destes nutrientes são linearmente afetados no solo (Figs. 1B e 3B) pelas doses crescentes de gesso. Como consequência, os teores de Ca e S crescem linearmente também na folha (Figs. 6B e 6C).

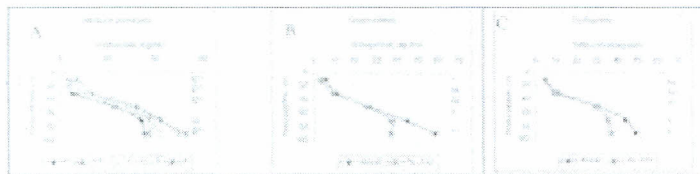


Figura 1. Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de K disponíveis medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

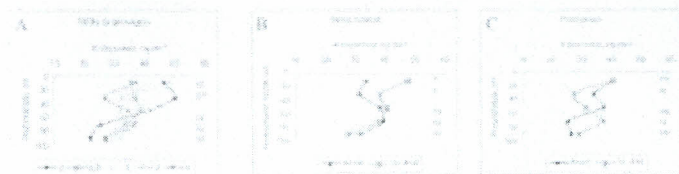


Figura 2. Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de K disponível medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

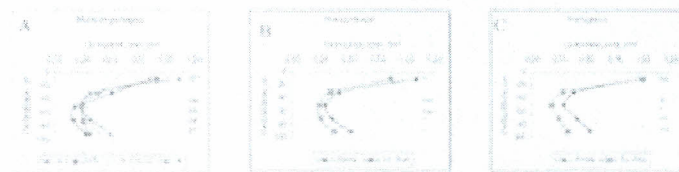


Figura 3. Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de K disponível medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

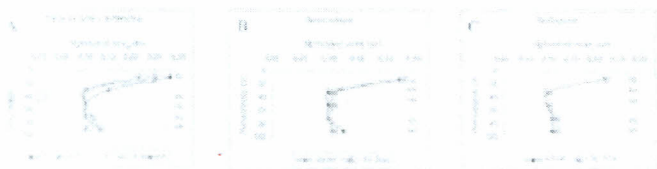


Figura 4 Efeito da dose de gesso (A), da fonte (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores de Mg trocável medidos no perfil do solo cultivado com algodoeiro. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El – efeito linear. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

Os teores de potássio foram pouco influenciados pelas fontes e doses aplicadas, estando abaixo dos 15 g kg⁻¹, considerados adequados para a cultura. Apesar dos efeitos contraditórios das fontes usadas, o efeito médio foi nulo, com ligeira tendência de redução dos teores com a aplicação da gessagem (Fig. 6A).

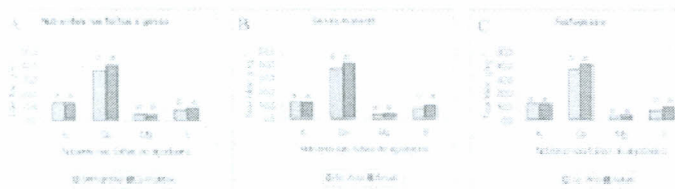


Figura 5. Efeito médio da gessagem (A) e da fonte

gesso (B, C) e da frequência (B, C) de aplicação sobre os teores foliares de K, Ca, Mg e S no algodoeiro. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5 % de probabilidade. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

Ao contrário do K, entretanto, as doses crescentes de gesso provocaram redução linear na absorção de Mg (Fig. 6C). Isto ocorre porque os teores de Mg são muito baixos no solo e a alta concentração de Ca²⁺ no meio inibe a absorção do nutriente. Os sintomas de deficiência em Mg no algodoeiro não são comuns, mas é provável que a planta manifeste a “fome escondida”.

O crescimento da planta foi afetado com a aplicação do gesso, havendo forte resposta em crescimento com ajuste linear nas doses aplicadas com quaisquer das fontes utilizadas (Figs. 6E, F). As plantas obtiveram maior vigor vegetativo à medida que se aplicou maiores doses de gesso.

O algodoeiro respondeu efetivamente em produtividade à aplicação do gesso, com ganhos médios de 13,7% sobre a área não gessada (Fig. 7A). Mesmo a aplicação feita a cerca de três anos, na safra 2005/2006, promoveu ganhos de 16 @ ha⁻¹ ou 6% com o uso do gesso mineral e 29 @ ha⁻¹ ou 10,9% com o uso do

fosfogesso (Figs. 7A, B e C). Além desses ganhos, a aplicação anual do gesso promoveu ganhos de 11,6% e 7,6%, respectivamente, para ambas as fontes testadas, as quais foram equivalentes quando aplicadas anualmente; para aplicação apenas no primeiro ano, o fosfogesso permitiu um ganho de 13 @ ha⁻¹ sobre o gesso mineral, provavelmente não significativo estatisticamente.

As produtividades com uso das doses de 0,5 a 4 t ha⁻¹ de gesso foram superiores a da testemunha (check) e equivalentes estatisticamente entre si (Fig. 8A). Do mesmo modo, a trajetória das doses sobre a produtividade é crescente na aplicação feita no

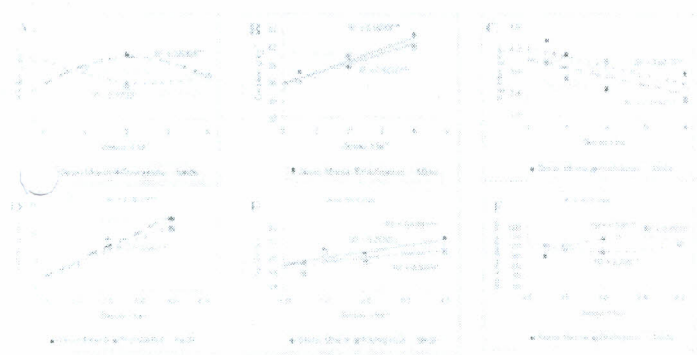


Figura 6. Variação nos teores foliares de K (A), Ca (B), Mg (C), S (D), no número de nós (E) e no cresci-

mento de plantas (F) de algodoeiro em função da aplicação de doses crescentes de gesso de duas fontes distintas, fosfogesso e fosfato natural. Obs.: ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F.. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

primeiro ano apenas e decrescente na aplicação anual de gesso, com evidente superioridade desta opção de uso do gesso (Fig. 8B). Assim, se a decisão de manejo for usar gesso anualmente, o que mostra ser mais produtivo, a recomendação deve ser aplicar 0,5 t ha⁻¹ ano⁻¹; se, porém, se optar por aplicações em maiores períodos de tempo, o uso de 1,0 t ha⁻¹ a cada três safras é a mais indicada. Neste último caso, a produtividade raramente irá ultrapassar as 300 @ ha⁻¹, porém terá uma redução de custo razoável com compra de gesso e gastos de aplicação no campo. Curiosamente, a indicação técnica vigente entre os consultores de aplicar 1,0 t ha⁻¹ a cada 2 safras se mostra razoável, sendo uma solução intermediária entre a mais ousada (0,5 t ha⁻¹ ano⁻¹) e a mais conservadora (1,0 t ha⁻¹ a cada 3 safras). Apesar da aplicação anual de gesso ter levado a um aumento quadrático no peso médio de capulho (Fig. 8C), o efeito mais consistente da dose sobre a produtividade é o linear. Provavelmente, a me-

lhoria crescente nos teores de Ca e S no solo e, por consequência, no ambiente radicular e na disponibilidade de água, permitiu a manutenção de crescimento constante dos capulhos, o que se refletiu em maior produtividade.

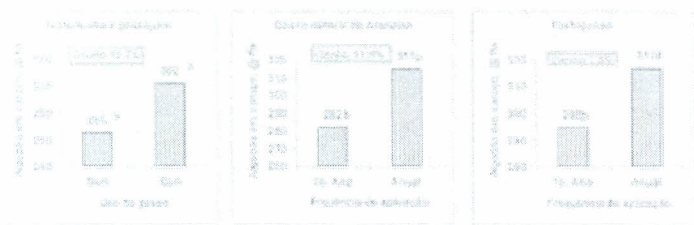


Figura 7. Variação na produtividade de algodão em caroço pelo uso da gessagem (A), do gesso mineral (B) e do fosfogesso (C), em duas freqüências de aplicação no cerrado da Bahia. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5 % de probabilidade. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.



Figura 8. Variação na produtividade de algodão em caroço (A e B) e do peso médio de capulho (C) em função da aplicação de doses crescentes de gesso de duas fontes distintas, fosfogesso e fosfato natural, e duas freqüências de aplicação. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5 % de probabilidade; ns, o, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. Fazenda Marechal Rondon, safra 2007/08, São Desidério, BA.

3.2. Soja

3.2.1. Mudanças nos índices de fertilidade:

Na Fazenda Mineira também houve forte efeito de dose (Fig. 9A) e freqüência (Fig. 9B) da aplicação de gesso e relativamente pouco efeito direto de fontes (Fig. 9C) nos teores de S disponível no solo analisada. A fertilidade do solo é superior na Fazenda Mineira em relação a Fazenda Marechal Rondon. Há mais argila, matéria orgânica e CTC no solo, o que eleva as quantidades retidas de cada nutriente. Curiosamente, a camada que concentra o maior teor de S disponível é a de 40 a 60 cm, principalmente, e de 60 a 80 cm.

Os teores de S disponível foram aumentados em todas as camadas pelo uso de gesso (Fig. 9), tendo ajuste linear significativo para o uso de fosfogesso.

so, que também alcançou maiores concentrações no perfil e nas camadas abaixo de 60 cm (Figs. 9 D e E). Observou-se que o teor alcança um valor máximo na camada 40 a 60 cm, que limita os teores das camadas abaixo, as quais não a superam mesmo com a aplicação das maiores doses de gesso, provavelmente, devido ao aumento dos teores de óxidos de ferro e alumínio em profundidade, que adsorvem o íon SO_4^{2-} . O gesso mineral não aumentou os teores de S disponível na camada arável, mas o fez nas demais camadas, porém em teores menores do que aqueles obtidos pelo uso do fosfogesso. Na média (Fig. 9F), o uso de 0,5 t ha⁻¹ de gesso permite pouca elevação nos teores de S disponível, comparado ao tratamento testemunha (ou Check), porém permite o fornecimento de enxofre para a planta sem levar a grandes perdas de bases trocáveis.

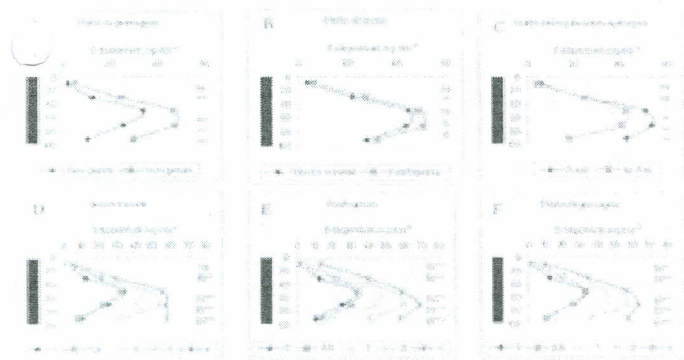


Figura 9. Variação nos teores de S disponível em função da gessagem (A), da fonte (B), da frequência de aplicação (C) e de doses em diferentes fontes (D, E e F) em solo do cerrado da Bahia cultivado com soja. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 5 % de probabilidade; ns, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. Fazenda Mineira, safra 2007/08, São Desidério, BA.

No solo mais argiloso da Fazenda Mineira, ocorre perda de potássio da camada arável e seu acúmulo nas camadas mais profundas (Figs. 10 A a F). Em geral, as maiores diferenças de teores são observadas nas camadas abaixo de 40 cm (Figura 10A), não há diferenças entre as fontes usadas (Fig. 10B), mas sua intensidade aumenta com o incremento da frequência de aplicação (Fig. 10C).

Embora haja perda de potássio na camada arável, trata-se de um fenômeno difícil de avaliar devido à variabilidade elevada dos teores nesta camada (Figs. 10D, E, F). Apenas se obteve ajuste significativo para fosfogesso a 10% de probabilidade à saída dos nutrientes da camada 0-20 cm, apesar das duas fontes mostrarem acúmulo do nutriente consistentemente nas camadas abaixo de 40 cm. O aumento da freqüên-

cia de aplicação de gesso mostra claramente que há redução nos teores da camada 0-20 cm e acréscimos importantes nas demais, em profundidade. Dada a baixa acumulação na subsuperfície e a alta demanda por potássio na soja (20 kg K₂O t⁻¹ de grãos ha⁻¹), é provável que a redução de teores observado na camada arável seja devido à extração pela planta e a lixiviação no perfil de 0-100 cm, com poucas perdas em maiores profundidades. Isto mostra que o uso de culturas com raízes mais profundas deve ser posto no sistema de rotação para aproveitar o potássio que desce no perfil do solo.

A aplicação do gesso (Fig. 11 A), especialmente em maior frequência (Fig. 11C), promove elevação dos teores de Ca²⁺ em todo o perfil do solo, independente da fonte usada (Fig. 11B). Em geral, quanto maior a dose aplicada, maior foi o teor acumulado nas diversas camadas (Figs. 11D, E e F).

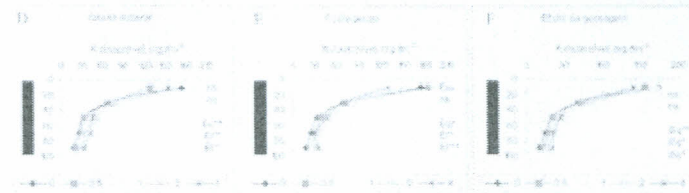


Figura 10. Variação nos teores de S disponível em função da gessagem (A), da fonte (B), da frequência de aplicação (C) e de doses em diferentes fontes (D, E e F) em solo do cerrado da Bahia cultivado com soja. Obs.: ns, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático. Fazenda Mineira, safra 2007/08, São Desidério, BA.

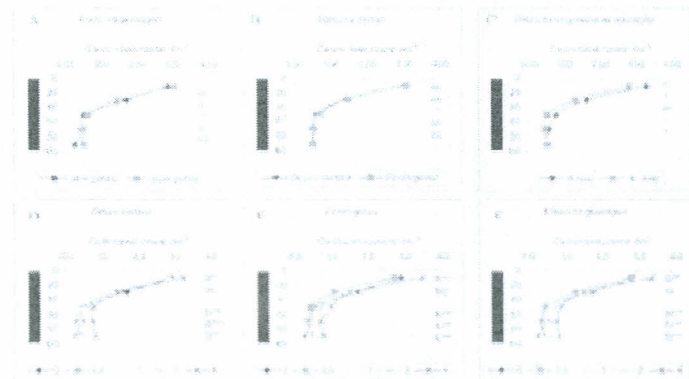


Figura 11. Variação nos teores de Ca trocável em

função da gessagem (A), da fonte (B), da frequência de aplicação (C) e de doses em diferentes fontes (D, E e F) em solo do cerrado da Bahia cultivado com soja. Obs.: ns, *, ** e ***. Não significativo e significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático. Fazenda Mineira, safra 2007/08, São Desidério, BA.

Em geral, são necessários teores de $\text{Ca}^{2+} > 0,4$ cmolc dm³ e de $\text{Al}^{3+} < 0,5$ cmolc dm⁻³ ou saturação por $\text{Al}^{3+} < 30\%$ para haver crescimento radicular nas camadas subsuperficiais do solo. Apenas na camada de 80 a 100 cm os teores na testemunha estiveram abaixo desse nível de Ca^{2+} , sendo necessário cerca de 2 t ha⁻¹ de fosfogesso para elevá-lo para valores acima do considerado adequado (Figs. 11D, E e F).

Houve forte perda de Mg^{2+} no solo da Fazenda Mineira (Fig. 12A), especialmente pelo uso do fosfogesso (Fig. 12B), pouco influenciada pela frequência de aplicação (Fig. 12C). O efeito da lixiviação é mais intenso com uso de fosfogesso, que leva ao incremento dos teores nas camadas < 60 cm. A baixa acumulação, comparada a saída do nutriente da camada arável, leva a se suspeitar que parte do nutriente esteja sendo perdida para camadas inferiores a 100 cm de profundidade. Como à redução dos teores de Mg^{2+} , soma-se o

aumento dos teores de Ca^{2+} em todo o perfil e o uso de doses elevadas de KCl, pode haver redução na absorção de Mg pelas raízes das plantas.

3.2.2. Mudanças no estado nutricional da soja:

Em geral, o aumento das doses de gesso permitiu maior acúmulo de S e Ca no tecido e redução na absorção de K e Mg, sendo esse efeito mais visível nos tratamentos em que a aplicação do gesso foi mais frequente (com aplicação anual, Tab. 1). As fontes foram equivalentes em seus efeitos sobre os nutrientes foliares e não houve diferenças perceptíveis nos teores dos micronutrientes. Em geral, a gessagem melhorou a fertilidade do solo nas camadas abaixo de 40 cm e isto foi sentido pela planta, como medido pelo seu estado nutricional.

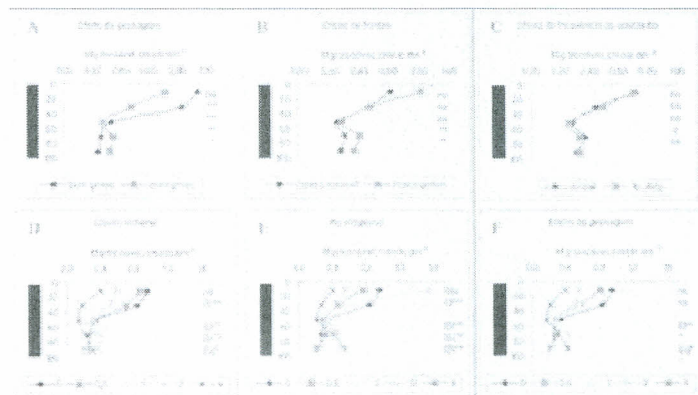


Figura 12. Variação nos teores de Mg trocável em função da gessagem (A), da fonte (B), da frequência de aplicação (C) e de doses em diferentes fontes (D, E e F) em solo do cerrado da Bahia cultivado com soja. Obs.: ns, o, *, ** e ***: Não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. El, efeito linear; Eq, efeito quadrático. Fazenda Mineira, safra 2007/08, São Desidério, BA.

3.2.3. Mudanças no crescimento e produção da soja:

Apesar da aparente falta de efeito geral das doses médias aplicadas, fontes e frequências sobre o crescimento da soja em altura (Fig. 13A), houve crescimento linear na planta com as doses aplicadas (Fig. 13B) e o gesso mineral melhorou o crescimento da raiz principal (Fig. 13C). Assim, a planta de soja se tornou mais viçosa e, provavelmente, mais tolerante ao veranico.

Na média das doses usadas, não se obteve ganhos em produtividade na soja devido a gessagem (Fig. 14A, gesso), apesar do uso do fosfogesso ter se mostrado mais efetivo sobre a produtividade do que o do gesso mineral (Fig. 14A, fonte), especialmente se aplicado anualmente (14A, frequência). Decompondo o efeito das doses, pode-se observar que o fosfogesso

foi o único a elevar linearmente a produtividade da soja (Fig. 14B), apesar de alcançar um máximo de apenas 76,8 sc ha⁻¹. Na realidade, a fertilidade do solo era elevada e não houve estresse hídrico elevado. Isto permitiu a obtenção de produtividade muito alta já no tratamento testemunha (72,0 sc ha⁻¹). A cultura da soja se mostrou, assim, efetiva no aproveitamento da gessagem feita mesmo antes do estabelecimento do ensaio, sendo pouco influenciada pelas doses aplicadas há três anos ou na aplicação anual (Fig. 14C). Além do aspecto de seguro contra veranico, a gessagem na soja pode ser feita com maior espaçamento de tempo e com menor dosagem. Ela pode ser feita na cultura que antecede a soja em rotação, como o algodoeiro, por exemplo, melhorando a performance produtiva de ambas as culturas, sem necessidade de fazer correção específica para a soja.

Tabela 1. Teor médio de nutrientes na folha de plantas de soja em função de frequência de aplicação e fonte de gesso aplicado.

Notáveis na soja	Gesso	Fertilidade da matéria orgânica do solo (t ha ⁻¹)										Fonte da Círculo	
		Com aplicação gesso					Aplicação só no 1º ano					Matéria Orgânica	Fertilizantes
		0,5	1	2	4	8,5	0,5	1	2	4	Matéria Orgânica		
N	32,2	28,5	32,1	33,5	30,7	34,3	32,6	32,1	31,5	32,4	30,3		
P	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3		
K	10,0	10,3	9,1	9,8	9,1	10,0	9,0	9,9	9,9	10,1	9,1		
Ca	13,1	24,0	24,7	26,9	27,5	27,5	25,6	24,1	24,8	24,3	25,5		
Mg	5,3	5,1	5,1	4,7	4,0	5,2	5,7	5,1	4,1	4,6	5,1		
S	2,3	2,3	2,4	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3		
B	52,3	50,5	50,5	53,0	49,0	50,5	51,0	50,5	48,5	50,5	49,9		
Cu	5,0	6,6	6,5	6,5	6,5	6,9	6,5	6,6	6,0	6,1	6,4		
Zn	109,0	103,0	108,0	102,0	100,5	102,0	100,5	105,0	105,5	106,0	102,5		
Mn	50,5	46,0	64,5	57,0	68,0	50,0	47,5	55,5	43,0	53,9	54,0		
Zn	54,3	33,5	29,0	24,0	24,5	24,6	25,5	25,0	24,5	25,6	25,1		

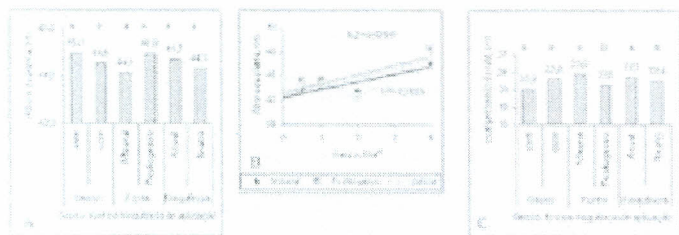


Figura 13. Variação no crescimento em altura (A e B) e no comprimento das raízes (C) em função da gessagem, da fonte, da frequência de aplicação e de doses em diferente fontes em solo do cerrado da Bahia cultivado com soja. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 10 % de probabilidade; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. Fazenda Mineira, safra 2007/08, São Desidério, BA.

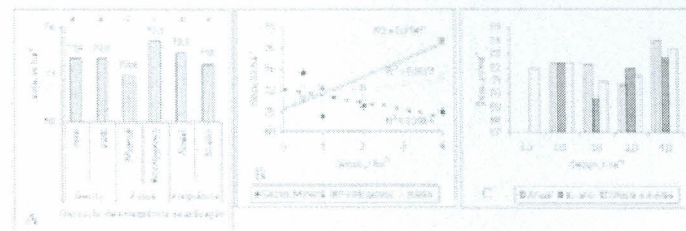


Figura 14. Variação nos teores de S disponível em função da gessagem (A), da fonte (B), da frequência de aplicação (C) e de doses em diferente fontes (D, E e F) em solo do cerrado da Bahia cultivado com soja. Obs.: médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 10 % de probabilidade; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. Fazenda Mineira, safra 2007/08, São Desidério, BA.

Conclusões

- A gessagem provoca aumento consistente nos teores de S e Ca em todo o perfil do solo; redução dos teores superficiais de potássio e magnésio e ligeiro acúmulo nas camadas mais profundas; esses efeitos são ampliados com a maior frequência de aplicação de gesso;

- A intensidade da correção da acidez trocável em profundidade e da descida de enxofre é inversamen-

te proporcional ao teor de argila do solo. Em geral, as maiores concentrações de S disponível são encontradas entre 40 e 80 cm, em solo com maior teor de argila, e entre 60 a 100 cm, em solos arenosos.

- As mudanças no ambiente físico-químico do solo afetam a planta, que aumenta a absorção de S e Ca e diminui os de K e Mg; essas alterações no estado nutricional promovida pelas doses de gesso, quase sempre, promovem alterações nos padrões de crescimento vegetativo (altura, número de nós, comprimento radicular) e produtivo (número de botões, maçãs e capulho) das plantas de algodão ou soja;

- A soja não responde a gessagem em solos com fertilidade corrigida, bons teores de nutrientes e ano normal de chuva; apenas o efeito residual da gessagem já é suficiente para manter a cultura em altos níveis de produtividade; em todo caso, o uso desta prática é importante em virtude da ocorrência de veranicos frequentes na área de cerrado; seu cultivo em rotação com culturas anteriores que receberam gessagem é mais apropriado que a aplicação do corretivo no pré-plantio da soja;

- O algodoeiro é responsivo em produtividade a gessagem inicial do solo e necessita da aplicação frequente de gesso. O uso de 500 kg ha⁻¹ano⁻¹ permite manter a produtividade acima de 300 @ ha⁻¹ano⁻¹

em áreas e variedades com bom potencial produtivo. Alternativamente, pode-se aplicar 1 t ha⁻¹ a cada três anos safra.

- Há pouca diferença entre as fontes de gesso usadas. Entretanto, para o mesmo nível de preço é preferível o uso de fosfogesso.

Literatura consultada

SOUZA, D.M.G. de; RITCHEY, K.D. Correção de acidez sub-superficial: uso de gesso no solo de cerrado. In: **SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO**, 1. Piracicaba, 1986: anais/Coordenação A.R.Dechen e Q.A. de C. Carmello. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.91-114.

RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G. de. Use of gypsum in management of subsoil acidity in oxisols. In: MONIZ, A.C. et al. (ed.). Plant-Soil Interactions at Low pH. Viçosa: SBCS, 1997. p.165-178.

SOUZA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; OLIVEIRA, S.A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds.). Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. Cap. V, p.205-274.