



Teor de macronutrientes na soja após efeito do gesso e da cobertura do solo⁽¹⁾.

José Frederico Araújo Carvalho⁽²⁾; Stéfanny Barros Portela⁽³⁾; Larissa Rebeca Rêgo Santos Paixão⁽⁴⁾; Lincon Matheus Araújo Silva⁽⁵⁾; Emanuel Gomes de Moura⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, São Luis - MA, jf.carvalho@yahoo.com.br;

⁽³⁾ Mestranda em Agroecologia; UEMA; ⁽⁴⁾ Graduanda em Agronomia; UEMA; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia; UEMA; ⁽⁶⁾ Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Agroecologia; UEMA.

RESUMO: O sistema de plantio direto, em solo coberto com a palha de leguminosas, associado à aplicação superficial de gesso, pode favorecer a dinâmica e a reciclagem de nutrientes dentro do agroecossistema e aumentar a eficiência de uso dos nutrientes aplicados via fertilização mineral. Com esse intuito, o presente trabalho visou avaliar a absorção de macronutrientes pela cultura da soja em resposta a aplicação de cobertura e gesso. O experimento foi realizado no Campo Experimental do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís – MA. Área experimental consistiu de 24 parcelas de 4m x 8m, totalizando 768 m². O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento foi constituído de seis tratamentos: 1: Controle; 2: L+K; 3: G+ K; 4: G+L; 5: G+L+K; 6: G(12)+L+K. (G = Gesso 6 Mg ha⁻¹; G(12) = Gesso 12 Mg ha⁻¹; L = Leguminosas (acácia + gliricídia); K = Cloreto de Potássio). A cobertura do solo com ramos de leguminosas arbóreas associada a aplicação de potássio aumentou a enraizabilidade do sistema radicular da soja o que propiciou melhor absorção de nitrogênio na floração. A aplicação de gesso favoreceu a lixiviação de magnésio no perfil do solo, dificultando a absorção deste nutriente pela cultura.

Termos de indexação: leguminosas arbóreas, adubação verde, solo coeso.

INTRODUÇÃO

Na região do Trópico Úmido as oportunidades para a intensificação da agricultura são centradas principalmente no aumento da disponibilidade de nutrientes e no uso mais eficiente dos nutrientes disponibilizados (Moura et al., 2013).

Duas razões principais levam à pouca eficiência no uso dos fertilizantes sintéticos nessa região: a coesão dos solos, resultante de repetidos ciclos de umedecimento e secagem, que reduz o volume do solo enraizável; e a alta taxa de remoção de nutrientes do perfil ocasionada pela precipitação intensa ocorrente na região. Estes processos diminuem o intervalo de tempo durante

o qual a disponibilidade de nutrientes é mais elevada após a aplicação dos nutrientes solúveis (Aguiar et al., 2010).

O sistema de plantio direto, em solo coberto com a palha de leguminosas, associado à aplicação superficial de gesso, pode favorecer a dinâmica e a reciclagem de nutrientes dentro do agroecossistema e aumentar a eficiência de uso dos nutrientes aplicados via fertilização mineral. A aplicação de gesso no sistema de plantio direto propicia um alto teor de bases em profundidade no solo, que pode aumentar a disponibilidade e a absorção de Ca, Mg, K, N, P e S pelas culturas. Nesse sentido, o presente trabalho, visa avaliar a eficiência da absorção de macronutrientes na cultura da soja, em solo coeso, em um sistema de plantio direto na palha de leguminosas arbóreas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, no interior da Ilha de São Luís – MA, situado na região do meio-norte brasileiro, entre a Amazônia úmida e o Nordeste seco, a 44° 18'W de longitude e 2° 30'S de latitude. A temperatura local média é de aproximadamente 26 °C. O clima da região na classificação de Köppen é do tipo Aw, equatorial quente e úmido. As precipitações pluviárias variam de 1700 a 2300 mm anuais.

A instalação do experimento iniciou-se em janeiro de 2011, nesse período foram coletadas as amostras de solo para caracterização granulométrica e dos atributos químicos analisadas segundo metodologia do IAC (2001), na camada 0-0,2 m, com o seguinte resultado: pH_(CaCl2) 4,25; MO 19 g dm⁻³; P_(Mehlich) 4,67 mg dm⁻³; K 1,2 mmol_c dm⁻³; Ca 13,07 mmol_c dm⁻³; Mg 2,97 mmol_c dm⁻³; H+Al 28,35 mmol_c dm⁻³; SB 17,32 mmol_c dm⁻³; V 36,02%, bem como 85,75% de areia; 5,5% de silte e 8,5% de argila. O solo da área foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico coeso (Embrapa, 2006). A calagem consistiu na aplicação superficial de 2 Mg ha⁻¹ de cal hidratada



(PRNT = 124%; CaO= 40,4%; MgO = 22,8%) definida de acordo com o método de elevação da saturação de bases para 70%, distribuídas uniformemente em toda área experimental, em janeiro de 2011. Em seguida, aplicou-se gesso (PRNT = 6,6%; CaO= 25,4%; MgO = 1,3%) nas parcelas predeterminadas, com a distribuição efetuada a lanço.

Em fevereiro de 2014, foi realizado o plantio da soja (*Glycine max*) de forma manual com espaçamento de 0,5 m entrelinhas e densidade de 500.000 sementes ha⁻¹, para se atingir o estande de 24 plantas m⁻¹. A soja utilizada no experimento foi a variedade BRS RAIMUNDA, tratada na ocasião do plantio com inoculante comercial Turfa Biomax, com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*.

Tratamentos e amostragens

Na condução do experimento a área experimental consistiu de 24 parcelas de 4m x 8m, totalizando 768 m². Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. O experimento foi constituído de seis tratamentos: 1: Controle; 2: L+K; 3: G+K; 4: G+L; 5: G+L+K; 6: G(12)+L+K. (G = Gesso 6 Mg ha⁻¹; G(12) = Gesso 12 Mg ha⁻¹; L = Leguminosas (acácia + gliricídia); K = Cloreto de Potássio).

A adubação química realizada no plantio foi à base de fósforo (superfosfato triplo) e zinco (sulfato de zinco), ambos nas proporções de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 4 kg ha⁻¹ de Zn. Nas parcelas predeterminadas para receberem cloreto de potássio, a adubação química realizada no plantio foi à base de 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos tratamentos que receberam leguminosas, utilizou-se a gliricídia (*Gliricidia sepium*), que possui 4% de N e 1% de K, e a acácia (*Acacia mangium*) que apresenta 2% de N e 0,7% de K. A acácia foi aplicada superficialmente na adubação de plantio na quantidade de 20 kg de matéria fresca por parcela, que correspondem a 50 kg ha⁻¹ de N. A adubação de cobertura foi realizada no período de desenvolvimento da cultura correspondente ao V6 somente nas parcelas predeterminadas a receberem leguminosas, nas quantidades 7,5 kg ha⁻¹ de N na forma de gliricídia e 15 kg ha⁻¹ de N na forma de acácia.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram determinados na cultura da soja no período da antese, maturação, e no grão. Em cada tempo de amostragem, foram selecionadas aleatoriamente 10 plantas de cada parcela. Os materiais vegetais foram secos a 60 °C até obter massa constante. Subamostras desse material vegetal foram moidas à 1 mm para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. As amostras foram submetidas ao processo de

digestão de acordo com o método padrão descrito por Tedesco et al. (1995).

Análise estatística

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância ANOVA pelo programa InfoStat (Dirienzo et al., 2011) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Para a construção dos gráficos foi utilizado o programa SIGMAPLOT 12.0 (SystatSoftware inc., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos da periferia da Amazônia são oriundos de rochas sedimentares clásticas com baixa capacidade retenção de cargas e acometidos por altos índices pluviométricos. Os teores de acidez trocável, portanto não são preocupantes. Por outro lado, o que aflige os sistemas de produção nessa região, é a manutenção da disponibilidade de bases no solo. Com esse intuito foi aplicado gesso na superfície do solo em duas dosagens, 6 e 12 Mg ha⁻¹. Essa prática aumentou os teores de cálcio em profundidade no solo, mas não modificou a exportação desse nutriente na cultura da soja (**Tabela 1**). Nesse caso, a aplicação da calagem em toda a área experimental foi suficiente para suprir o teor de cálcio exigido pela cultura. No entanto o elevado teor de Ca²⁺ no solo, proporcionado pela prática da gessagem, comprometeu a absorção de magnésio na planta tanto na fase de floração como no grão (**Figura 1**), pois o Ca é o cátion dominante no complexo de troca do solo (Vitti et al., 2006), e possui preferência na sequência liotrópica pelas cargas negativas do solo (CTC) em relação ao Mg²⁺ e ao K⁺ (Meurer et al., 2006). Caires et al. (2003) ressaltou que o gesso foi responsável pela lixiviação do magnésio trocável tendo então contribuído para a baixa absorção foliar do nutriente. A aplicação de gesso ao solo não afetou os teores de K⁺ na planta (**Tabela 1**), devido tanto à realização anual de adubação potássica na linha por ocasião da semeadura, quanto à ciclagem desse nutriente via resíduos vegetais. Em trabalhos como o de Caires et al. (2001), no caso do K trocável seus teores não foram influenciados significativamente pela calagem na superfície, e a movimentação do nutriente proporcionada pela aplicação de gesso foi extremamente menor. Embora a lixiviação do K trocável pelo uso de gesso possa ocorrer em função do tipo de solo (Sumner, 1995; Sousa & Ritchey, 1986) e da quantidade de gesso aplicada, essa movimentação tem sido muito pequena em sistema de plantio direto (Caires et al., 1998). A aplicação de gesso e leguminosas ao solo não alterou a absorção de fósforo (P) pela



cultura da soja (**Tabela 1**). Nogueira & Melo (2003) também não observaram alterações no teor foliar de P no primeiro ano de cultivo de soja após a aplicação do gesso agrícola. Em outras condições, Caires et al. (2003) observaram aumentos no teor foliar de P, em que se utilizou gesso, em três safras de soja consecutivas. Estes autores atribuíram esse aumento ao fornecimento de P como impureza contida no gesso, uma vez que o mesmo foi utilizado em altas doses (até 9 Mg ha⁻¹). A condição de solo descoberto e sem a aplicação de potássio reduziu o teor de N na cultura da soja no período de floração (**Figura 1**). Trabalhos realizados por Mendonça & Stott (2003) e Moura et al. (2010), demonstram que a liberação de nutrientes pelas leguminosas coincide com o período de maior requerimento pelas plantas. Esta técnica pode assegurar uma taxa de liberação adequada do N e K e manter a cobertura do solo durante todo o ciclo (Moura et al., 2010).

CONCLUSÕES

A aplicação de gesso favoreceu a lixiviação de magnésio no perfil do solo, o que diminuiu a absorção desse nutriente pela cultura da soja no estágio de floração e grão.

A cobertura do solo com ramos de leguminosas arbóreas associada a aplicação de potássio ao solo melhora o ambiente edáfico e permite maior absorção de água e nitrogênio pela cultura da soja no estágio de floração.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.C.F.; BICUDO, S.J.; COSTA SOBRINHO, J.R.S.; MARTINS, A.L.S.; COELHO, K.P.; MOURA, E.G. Nutrient recycling and physical indicators of an alley cropping system in a Sandy loam soil in the Pre-Amazon region of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 86:189-198, 2010.
- CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. & KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:275-286, 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n2/16229.pdf>>
- CAIRES, E.F.; CHUERI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:27-34, 1998.
- CAIRES, E.F.; FELDILAU, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. *Bragantia*, 60:213-223, 2001.
- DIRIENZO, et al. InforStat 2011. Grupo Infostat, FCA, Universidade Nacional do Córdoba, Argentina. Disponível em <<http://www.inforstat.com.br>>
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 412, 2006.
- IAC. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. IAC, Campinas, 2001.
- MENDONÇA, E.S. & STOTT, D.E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. *Agroforestry Systems*, 57:117-125, 2003.
- MEURER, E.J.; RHEINHEIMER, D. & BISSANI, C. A. Fenômenos de Sorção em Solos. Porto Alegre, Evangraf, 2006. 117-162p.
- MOURA, E.G.; CORRÊA, M.S.; COSTA, N.J.F.; AGUIAR, A.C.F. Os solos do Maranhão e as pastagens. 2 ed. São Luís, UEMA, 2013. 80-85p.
- MOURA, E.G.; SERPA, S.S.; SANTOS, J.G.D.; COSTA SOBRINHO, J.R.S.; AGUIAR, A.C.F. Nutrient use efficiency in alley cropping systems in the Amazonian periphery. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 86:189-198, 2010.
- NOGUEIRA, M.A.; MELO, W.J. Enxofre disponível para a soja e atividade de arilsulfatase em solo tratado com gesso agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.27, p.655-663, 2003.
- SIGMAPLOT. Scientific Graphing Software: versão 11.0. San Rafael: Hearne Scientific Software, 2007.
- SOUZA, D.M. G.RITCHEY, K.D. Uso do gesso no solo do cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, 1986. Anais. Brasília, EMBRAPA, 1986. p. 119-144.
- SUMNER, M.E. Amelioration of subsoil acidity with minimum disturbance. In: JAYAWARDANE, N.S.; STEWART, B.A. (Eds.). Subsoil management techniques. Athens: Lewis Publishers, 1995, 147-185 p.
- TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de planta por digestão por H₂O₂ – H₂SO₄. Porto Alegre UFRGS, 1995.
- VITTI, G.C. Uso eficiente do gesso agrícola na agropecuária. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 30p. 2006.

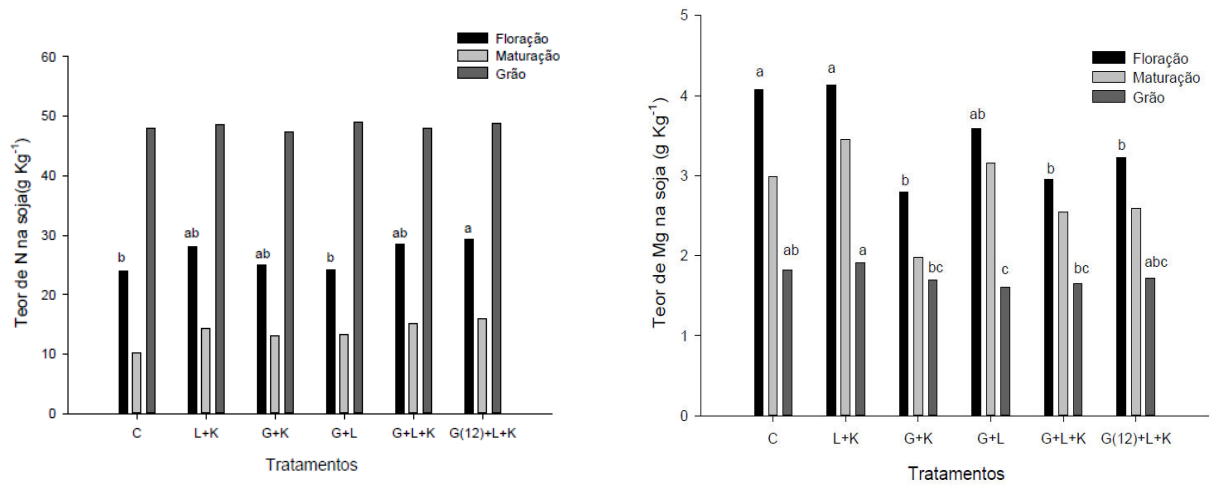


Figura 1. Teor de nitrogênio (N) e magnésio (Mg) na matéria seca da soja (floração, maturação e grão) após efeito do gesso e da cobertura do solo com leguminosas arbóreas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). (C = Controle; G = Gesso 6 t ha⁻¹; G (12) = Gesso 12 t ha⁻¹; L = Leguminosas, Acácia + Glicírdia; K = Cloreto de Potássio).

Tabela 1. Teor de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) na matéria seca da soja (floração, maturação e grão) após efeito do gesso e da cobertura do solo com leguminosas arbóreas. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). (C = Controle; G = Gesso 6 t ha⁻¹; G (12) = Gesso 12 t ha⁻¹; L = Leguminosas, Acácia + Glicírdia; K = Cloreto de Potássio).

Teor (g Kg ⁻¹)	C	L+K	G+K	G+L	G+L+K	G(12)+L+K	C.V. (%)
Floração							
P	3,89	3,61	3,59	3,56	3,53	3,53	12,60
K	6,98	9,23	8,36	7,11	8,85	8,48	16,39
Ca	7,78	7,54	7,81	7,82	7,8	7,81	2,25
Maturação							
P	1,48	1,79	1,2	1,4	1,34	1,72	44,11
K	2,58	4,36	3,35	3,21	3,61	4,52	34,68
Ca	5,96	6,43	6,42	7,03	6,73	7,19	13,45
Grão							
P	4,65	5,07	5,15	4,9	5,17	5,32	10,91
K	7,41	8,14	7,7	7,32	7,76	7,96	9,79
Ca	4,55	4,47	4,22	4,81	4,9	4,78	12,28