



## Aplicação de fonte de Ca e Mg pulverizado no sulco de plantio da soja<sup>(1)</sup>.

Carlos Ribeiro Rodrigues<sup>(2)</sup>; Ricardo Aparecido da Silva<sup>(3)</sup>; Marcos Gustavo Kemmerich Chagas<sup>(4)</sup>; Tâmara Pontes Abreu<sup>(4)</sup>; Polyanna Ribeiro Trindade<sup>(5)</sup>; Ana Carolina Pacheco Nunes<sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq e da Fertilizer Agrosociences Ltda.

<sup>(2)</sup> Professor, Bolsista de Extensão CNPq; Instituto Federal Goiano (IFGoiano); Rio Verde, GO; carlos.rodrigues@ifgoiano.edu.br;

<sup>(3)</sup> Eng. Agrônomo; Fertilizer Agrosociences Ltda; <sup>(4)</sup> Estudantes de Graduação Bolsistas PIBIC/CNPq; IFGoiano; <sup>(5)</sup> Estudantes de Pós-Graduação Bolsistas CAPES; IFGoiano.

**RESUMO:** O trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de fonte de Ca e Mg micropulverizado no sulco de plantio da soja. O experimento foi realizado na Fazenda California, município de Montes Claros de Goiás, GO em área de Argissolo Amarelo. Foram realizados dois experimentos, um com a fonte de Ca (SollusCal 25% de Ca) e outro com a fonte de Mg (SollusMag 21% de Mg). O delineamento experimental para ambos experimentos foi em blocos casualizados com seis doses de SollusCal (0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>) e seis doses de SollusMag (0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 e 1,5 L ha<sup>-1</sup>) com quatro blocos. Foi realizada a colheita da soja em abril de 2015 e na colheita foi contado na área útil, o número de plantas por metro linear (População), número de vagens por plantas (NV), produção (kg ha<sup>-1</sup>) e o peso de 1000 grãos (g). A população de plantas não alterou com as doses de SollusCal e SollusMag. O NV e a produção de grãos ajustaram a modelos quadráticos em função das doses de SollusCal e SollusMag. A maior produção foi obtida com 1,6 e 0,77 L ha<sup>-1</sup> de SollusCal e SollusMag, respectivamente. O peso de mil grãos só alterou em função das doses de SollusCal com incremento crescente. Com os resultados conclui que a aplicação de SollusCal e SollusMag aumentou o número de vagens por planta e a produção da soja. O peso de mil grãos incrementou somente em função das doses de SollusCal.

**Termos de indexação:** carbonato de cálcio, óxido de magnésio, *Glycine max* L.

### INTRODUÇÃO

O Cerrado é fronteira agrícola do Brasil. A principal atividade agrícola no cerrado é a produção de grãos e pecuária, o que contribui sobre maneira com o crescimento do produto interno bruto do país, e também, para o crescimento econômico dessa região.

A maior parte dos solos explorados para a agricultura e pecuária no cerrado são os Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, correspondendo a 45,7% e 15,2% dos solos sob cerrado (Souza & Lobato, 2004). Dos Latossolos, uma grande proporção é de textura média e arenosa, assemelhando-se química e fisicamente aos Neossolos Quartzarênicos (Souza &

Lobato, 2004). Esses solos, em regra, são ácidos, com alta disponibilidade de alumínio (Al) trocável, e baixa saturação de bases como o cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), (Lepsch, 2011; Souza & Lobato, 2004; Oliveira et al., 1992; Resende et al., 1988). Esses solos podem apresentar o caráter ácido e com baixa disponibilidade de Ca, com alta ocorrência no sudoeste Goiano (Prado, 2011).

Diante das características dos principais solos de ocorrência do cerrado, em especial no sudoeste goiano, há necessidade de correção química e fornecimento de Ca e Mg para que haja a viabilidade da produção agrícola nessa região (Souza & Lobato, 2004). As principais fontes de Ca e Mg para a produção de grãos são o calcário e o gesso agrícola. A estimativa da quantidade dessas fontes a serem aplicadas ao solo tem como critério técnico a os métodos de recomendação de calagem e gessagem (Benites et al., 2014; Caires, 2013; Raji, 2011; Souza et al., 2007; Malavolta, 2006 e Souza & Lobato, 2004). Esses métodos possuem dois critérios básicos para a utilização no campo: 1) a saturação de bases e a CTC dos solos e 2) os teores de Ca, Mg e Al trocáveis. Se considerar que as novas áreas de exploração agrícola possuem CTC igual ou inferior a 4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e textura arenosa, as recomendações de calagem não ultrapassam 2,4 ton ha<sup>-1</sup>, se a saturação por bases for zero, e a de gessagem não ultrapassa 700 kg ha<sup>-1</sup>. A aplicação dessa quantidade de gesso e calcário dificilmente elevaria os teores de Ca e Mg para 2 e 1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, como recomendado por Souza & Lobato (2004) para solos do cerrado. Ou seja, a quantidade de corretivo aplicado em solos arenosos do cerrado é insuficiente para fornecer ao sistema produtivo a quantidade necessária de Ca e Mg. Uma das alternativas seria aplicar superdoses de calcário, sem critério técnico, o que leva ao desbalanceamento de bases no solo e ao aumento do pH acima da faixa ideal o que indisponibiliza outros nutrientes, como o P, por precipitação com Ca em pH alcalino, e os micronutrientes catiônicos (cobre, ferro, manganês e zinco) por precipitação na forma de hidróxidos.

Assim, há a necessidade de estudar novas formas de fornecimento de Ca e Mg para as culturas como técnico complementar. Nesse sentido o trabalho objetivou



avaliar o efeito da aplicação de fonte de Ca e Mg micropulverizado no sulco de plantio da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda California, município de Montes Claros de Goiás, GO em área de Argissolo Amarelo (Embrapa, 2013a). Em abril de 2014 foi realizada a amostragem de solo na área nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm para a caracterização química do solo (**Tabela 1**).

Em julho de 2014, foi realizada a correção da área com aplicação superficial de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário (80% PRNT e 38% CaO e 13% MgO), 700 kg ha<sup>-1</sup> de gesso (18% CaO) e 450 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato natural reativo de Bayovar (29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e incorporados a 20 cm de profundidade com grade aradora.

Em novembro de 2014 foi realizado a aplicação de 125 kg ha<sup>-1</sup> de KCl (60% K<sub>2</sub>O) a lanço em superfície em pré-plantio. Em seguida, a semeadora passou na área realizando somente a aplicação em linha do fertilizante de plantio, 380 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 04:32:00 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O) mais 0,15% de Zn; 0,05 % de B; 0,05% de Mn; 11% de Ca e 7% de S. Posteriormente foi realizada a semeadura da soja (*Glycine max* L.) cv. MS 8372 RR PRO com semeadora manual de uma linha com um micropulverizador adaptado com motor elétrico, e o bico ajustado após os discos de abertura da linha de semeadura. O micropulverizador foi regulado para aplicar volume de calda de 60 L ha<sup>-1</sup> com os diferentes tratamentos.

Foram realizados dois experimentos, um com a fonte de Ca (CaCO<sub>3</sub> em suspensão - SollusCal – 25% de Ca e densidade 1,65 g cm<sup>-3</sup>) e outro com a fonte de Mg (MgO em suspensão – SollusMag – 21% de Mg e densidade 1,5). O delineamento experimental para ambos experimentos foi em blocos casualizados com seis doses de SollusCal (0; 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 L ha<sup>-1</sup>) e seis doses de SollusMag (0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 e 1,5 L ha<sup>-1</sup>) com quatro blocos. Essas doses equivalem à 0; 245,5; 495,0; 742,5; 990,0 e 1.237,5 g ha<sup>-1</sup> de Ca e 0; 94,5; 189; 283,5; 378,0 e 472,5 g ha<sup>-1</sup> de Mg.

A parcela experimental foi constituída de seis linhas de quatro metros. Para as avaliações foram desconsiderados as duas linhas e 1 m de cada extremidade da parcela.

Como adubação de cobertura foi realizada a aplicação em superfície e em área total de 125 kg ha<sup>-1</sup> de KCl (60% K<sub>2</sub>O). O manejo fitossanitário da cultura foi realizado conforme recomendações técnicas para a cultura (Embrapa, 2013b).

Foi realizada a colheita da soja em abril de 2015 e na colheita foi contado na área útil, o número de plantas por metro linear (População), número de vagens por plantas (NV). Em seguida as plantas foram colhidas e

trilhadas. Os grãos foram acondicionados em sacos de papel kraft previamente identificados e secos em estufa de circulação de ar forçada até o peso constante. Em seguida foram pesados e estimada a produção (kg ha<sup>-1</sup>) e o peso de 1000 grãos (g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão em função das doses de SollusCal e SollusMag com auxílio do programa R (R Core Team, 2014). Quando não houve alteração da população de plantas em função dos tratamentos, a produção de grãos foi ajustada pela análise de covariância, conforme sugerido por Pimentel-Gomes (2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dois experimentos a população de plantas não variou em função dos tratamentos, com valor médio de 17 plantas mlinear<sup>-1</sup>. Assim, os valores da produção foram ajustados em função da população de plantas pela análise de covariância, conforme sugerido por Pimentel-Gomes (2009).

O número de vagens por planta (NV), produção de grãos e peso de mil grãos variaram em função das doses de SollusCal e SollusMag.

O NV ajustou a modelos quadráticos em função das doses de SollusCal (**Figura 1 A**) e SollusMag (**Figura 1 B**). Os maiores valores de NV (163 e 157) foi obtido com 0,69 e 1,90 L ha<sup>-1</sup> de SollusCal e SollusMag, respectivamente (**Figuras 1 A e B, respectivamente**).

A produção de grãos, também, ajustou modelos quadráticos em função das doses de SollusCal (**Figura 1 C**) e SollusMag (**Figura 1 D**). A maior produção (2.905,5 e 3.009,4 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com 1,6 e 0,77 L ha<sup>-1</sup> de SollusCal e SollusMag, respectivamente (**Figuras 1 C e D, respectivamente**). O peso de mil grãos ajustou modelo matemático linear em função das doses de SollusCal (**Figura 1 E**). Em função das doses de SollusMag não houve ajuste de modelo para o peso de mil grãos, com o valor médio obtido de 129,7 g (**Figura 1 F**).

A principal forma de fornecer Ca e Mg na agricultura é através dos corretivos calcário e gesso (Benites et al., 2014; Caires, 2013; Raji, 2011; Souza et al., 2007; Malavolta, 2006 e Souza & Lobato, 2004). No presente trabalho foi realizada a correção do solo com aplicação de calcário e gesso. Mas mesmo com o uso dos corretivos e em solo com o teor de Ca e Mg (**Tabela 1**) considerada boa (Souza & Lobato, 2004) foi obtido resposta à aplicação de fontes de Ca e Mg na linha de semeadura. O maior valor de produção obtido com a aplicação do SollusCal incrementou a produção em 404,7 kg ha<sup>-1</sup>, o que equivale a aumento de 16,2% na produção, ou 6,7 sacas ha<sup>-1</sup>. O maior valor de produção obtido com a aplicação do SollusMag incrementou a produção em 526,1 kg ha<sup>-1</sup>, o que equivale a aumento



de 21,2% na produção, ou 8,8 sacas ha<sup>-1</sup>. O maior incremento com a aplicação da fonte de Mg pode estar relacionada com a baixa relação Ca:Mg no solo e o uso de corretivo com alta proporção de CaO.

Os incrementos na produção com a aplicação do SollusCal e SollusMag pode ser atribuído à efeitos na semente e no ambiente solo próximo à semente. Na germinação o Ca é essencial à produção de novos tecidos mantendo a estabilidade de parede celular e proteínas, participando da biossíntese da enzima  $\alpha$ Amilase, que participa da quebra de reservas durante o processo de germinação (Epstein & Bloom, 2006). O Mg, também, tem papel importante na germinação, ativando enzimas responsáveis por fosforilação e desfosforilação enzimas e açúcares, facilitando o transporte o processo de quebra e mobilização de reservas durante o processo de germinação (Epstein & Bloom, 2006). No ambiente próximo ao solo, o carbonato de cálcio (SollusCal) e o óxido de magnésio (SollusMag), aumentam o pH reduzindo as perdas de P por adsorção, aumentando a concentração de Ca e Mg próximo à semente, favorecendo sua absorção no estágio inicial de desenvolvimento das plantas. Todavia todos esses efeitos precisam ser melhor avaliados em trabalhos futuros.

A aplicação de Ca e Mg pulverizado no sulco de semeadura é uma nova tecnologia, já em uso no campo pelos produtores. Todavia, não existe na literatura trabalhos que auxiliam a entender quais os mecanismos pelo qual essa tecnologia favorece a produção.

## CONCLUSÕES

A aplicação de SollusCal e SollusMag aumenta o número de vagens por planta e a produção da soja.

A máxima produção da soja é obtida com 1,6 L ha<sup>-1</sup> de SollusCal e 0,77 L ha<sup>-1</sup> de SollusMag.

O peso de mil grãos incrementa somente em função das doses de SollusCal.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Fertilizer Agrosociences pelo financiamento do projeto. À fazenda Califórnia, por ceder a área e auxílio na condução do experimento.

## REFERÊNCIAS

BENITES, V. de M.; CARVALHO, M. da C.S.; RESENDE, A.V.; et al.. Potássio, Cálcio e Magnésio. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. Boas Práticas para uso

eficiente de fertilizantes: nutrientes. v.2. Piracicaba:IPNI-Brasil, 2014. p.137-206.

CAIRES, E.F. Correção da acidez do solo em sistema de plantio direto. *Informações Agronômicas*, 141:1-13, 2013.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 3 ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013b. 265p.

EPSTEIN, E. & BLOMM, A.J.. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

LEPSCH, I.. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Texto, 2011. 456p.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N.. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

PRADO, H. do. Pedologia fácil: aplicações. 3ed. Piracicaba: H. do Prado, 2011. 180p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em 10 de dez. 2014.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

RESENDE, M.; CURI,N.; SANTANA, D.P.. Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações. Lavras: ESAL, 1988. 81p.

SOUSA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; OLIVEIRA, S.A. de. Acidez do Solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; et al.. ed. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.205-274.

SOUSA. D.M.G. de & LOBATO, E.. Cerrado: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

Tabela 1 – Caracterização química e física do solo<sup>1</sup>.

Prof. (cm)	pH <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m	MO	Argila	Silte	Areia
		--mg dm <sup>-3</sup> --				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							-%		
0-10	5,04	49,2	20,0	2,6	1,0	0,00	4,00	3,65	7,65	47,7	0,0	2,7	18	20	80
10-20	4,64	8,4	16,0	2,0	1,0	0,20	4,40	3,04	7,44	40,9	6,2	1,8	12	100	78

<sup>1</sup>Metodologia: Embrapa (2011);

<sup>2</sup>pH CaCl<sub>2</sub> e

<sup>3</sup>P Mehlich I.

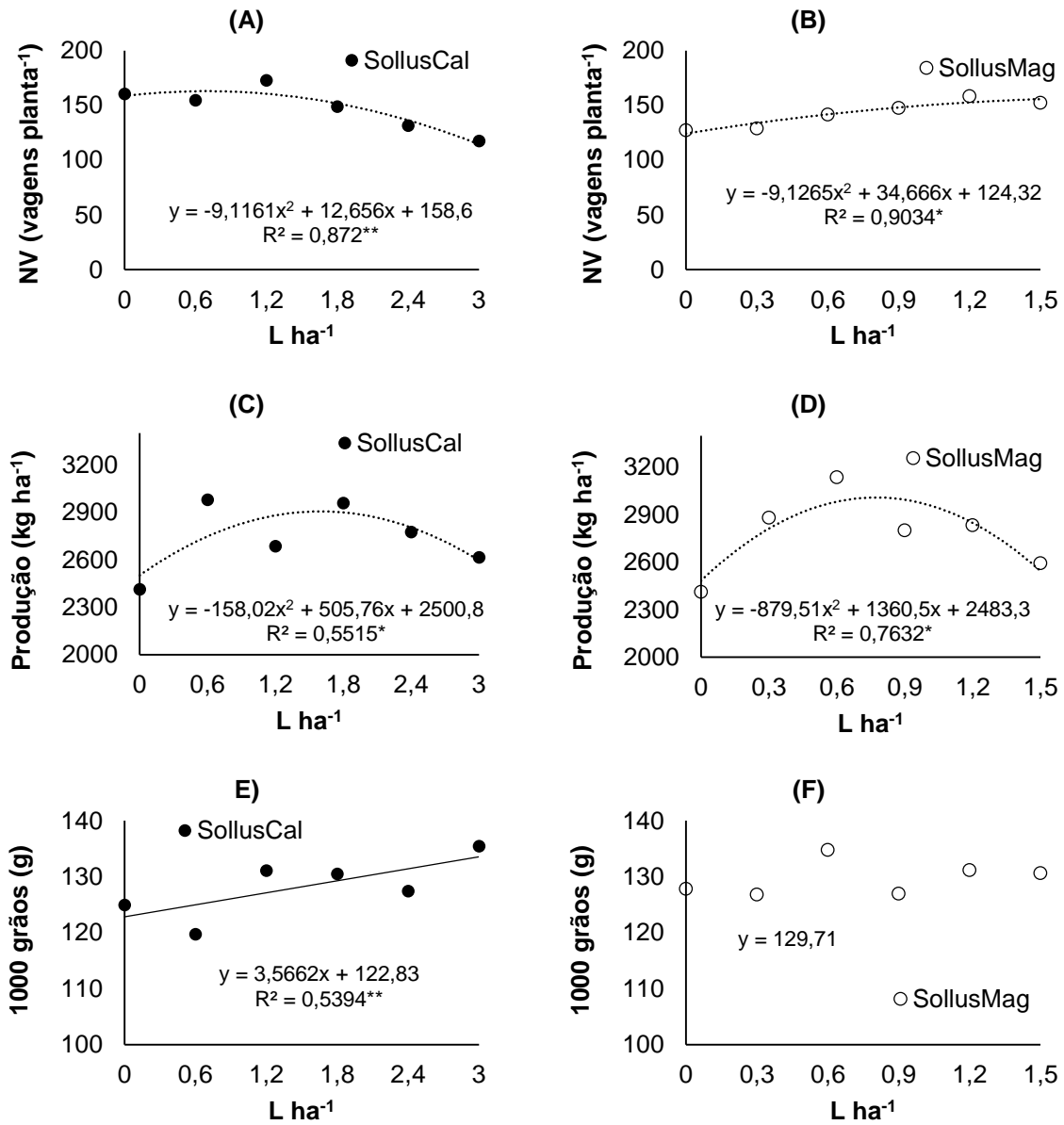


Figura 1 – Número de vagens por plantas (NV) (A e B), produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) (C e D) e peso de 1000 grãos (g) (E e F) da soja cv. MS 8372 RR PRO sob diferentes doses de SollusMag e SollusCal micropulverizado no sulco de semeadura. Montes Claros de Goiás/GO, 2015. \* e \*\*Significativo a 1 e 5, respectivamente, pelo teste de F (5% de probabilidade).