



Calagem no sistema de produção algodão-soja: efeitos sobre a soja⁽¹⁾

Michelle Christine Gomes de Moraes⁽²⁾; Ana Luiza dias Coelho Borin⁽³⁾; Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira⁽³⁾; Tamara Jaqueline de Souza Santos⁽⁴⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do Fundo de Incentivo à Cultura do Algodão em Goiás – Fialgo.

⁽²⁾Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Goiás – UFG – Campus Samambaia; Goiânia, Goiás; michelle_cgdm@hotmail.com; ⁽³⁾Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Algodão – Núcleo Cerrado; ⁽⁴⁾Estudante de Agronomia; Universidade Federal de Goiás – UFG – Campus Samambaia.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi de avaliar os efeitos de doses de calcário e formas de aplicação sobre as características químicas do solo e componentes de produção e nutrição da soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x5, o primeiro fator foram duas formas de aplicação (superficial e superficial com uso de escarificador e grade niveladora) e o segundo fator 5 doses de calcário (0, 1, 2, 3 e 4 vezes a dose recomendada). As variáveis avaliadas foram: análises químicas de solo em quatro profundidades; análise de folhas; exportação de nutrientes pelos grãos; número de grãos por vagem (NGV); massa de cem grãos (MCG) e produtividade. O modo de aplicação de calcário no solo influenciou positivamente no teor foliar de P e B, e nos parâmetros de solo na camada superficial. O aumento das doses de calcário interferiu de forma significativa no teor foliar de P e Mn, na massa de cem grãos e nos parâmetros de solo em todas as profundidades estudadas. O modo de aplicação e as doses de calcário não alteram o estado nutricional, a produtividade e exportação de nutrientes pela soja.

Termos de indexação: calcário, *Glycine max L.*, escarificador.

INTRODUÇÃO

A soja é a cultura agrícola que teve o maior aumento de área nas últimas três décadas, representando cerca de 49% do total da área plantada com grãos no Brasil, tendo destaque nas regiões Centro-Oeste e Sul do país (MAPA 2015).

As altas produtividades na cultura da soja dependem da interação entre os componentes: clima, planta e solo, com base no uso eficiente e racional de fertilizantes (Vitti & Trevisan, 2000). Um solo com níveis de fertilidade adequados, apresenta condições para o desenvolvimento da planta, afetando diretamente no rendimento dos grãos (Board & Modali, 2005).

Na região do Cerrado, em condições naturais, o solo apresenta problemas de acidez (Al em excesso e baixo teor de Ca e Mg), em superfície e subsuperfície. Quando há a presença de Al em

excesso e deficiência de Ca, diminui a absorção de água e nutrientes influenciando diretamente na produtividade da cultura (Sousa & Lobato, 2004). A calagem é uma prática que neutraliza o Al do solo, além de fornecer Ca e Mg, aumenta a disponibilidade do P e de outros nutrientes, eleva a CTC e a atividade microbiana do solo, possibilitando maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Sousa & Lobato, 2004).

A aplicação de calcário ao solo pelo método convencional através da gradagem garante incorporação uniforme do corretivo nas camadas superficiais (Vale et al., 1997). Um tema atual de muitas pesquisas é a aplicação de calcário superficial em áreas de SPD, no cerrado, região com limitações na manutenção da palhada para a cobertura do solo, o que limita o acúmulo de matéria orgânica e a movimentação de Ca no perfil do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de calcário e modos de aplicação sobre as características químicas do solo, nos componentes de produção e a nutrição da soja.

MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi conduzido na área da Algodoeira JHS, em condições de campo, por duas safras, no município de Caiapônia - GO. Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área, em três camadas (0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm de profundidade), cujos resultados são apresentados na Tabela 1. As doses de calcário, de gesso e a recomendação de adubação foram definidas de acordo com o resultado da análise. Na primeira safra foi semeado o algodão (2011/2012), e em sequência a soja (2012/2013). A cultivar de soja utilizada foi a NA 5909 RR semeada em 17 de outubro de 2012, em espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 21 plantas por metro.

O trabalho foi disposto em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5. O primeiro fator foi constituído de dois manejos de solo: 1) aplicação superficial e 2) aplicação superficial com posterior uso de escarificador e grade niveladora e o segundo fator foram quatro doses de calcário (0, 1, 2, 3 e 4 vezes a dose



recomendada). Como parcela útil foram considerados os 5 metros das 3 linhas centrais. O cálculo da quantidade de calcário foi realizado pelo método de saturação por bases visando atingir 55%, e utilizou-se o critério para aplicação superficial. Na aplicação superficial as doses foram parceladas, sendo a primeira em novembro de 2011 e a segunda em outubro de 2012. Na aplicação com escarificador as doses foram distribuídas em aplicação única realizada em 2011. Amostras de calcário foram analisadas e apresentaram 65% e 45% de PRNT.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: análises químicas de solo em quatro profundidades (0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 40 cm e 40 – 60 cm); análise de folhas; exportação de nutrientes pelos grãos; número de grãos por vagem (NGV); massa de cem grãos (MCG) e produtividade. Os dados coletados de pluviosidade da área do experimento estão apresentados na Figura 1. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico Sisvar, utilizando-se o teste F ($Pr < 0,01$) e para doses de calcário utilizou-se análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado nutricional da soja de maneira geral está adequado se comparado com a faixa de teores apresentada por Kurihara (2004) e Cantarutti et al., (2007), com exceção para o boro (tabela 2). O modo de aplicação de calcário no solo não interferiu significativamente no teor foliar dos nutrientes da soja, exceto para P. Os teores foliares de nutrientes da soja não foram influenciados pelas doses de calcário, exceto para Mn.

Os resultados dos componentes de produção da soja NA 5909 RR são apresentados na Tabela 3. O modo de aplicação de calcário e o aumento das doses não interferiram, o que demonstra que a saturação por bases e o pH do solo não era limitantes para a produtividade.

A exportação de nutrientes não apresentou variação em função das doses de calcário e manejo do solo. Este fato pode ser explicado pelo nível de nutrientes no solo, que já estariam adequados. A adubação realizada na cultura da soja, com 180 kg ha⁻¹ de MAP e 130 kg ha⁻¹ de KCl, adicionaram ao solo 16,2 kg de N, 79,2 kg de P₂O₅ e 75,4 kg de K₂O. A cultura exportou através dos grãos 179,8 kg de N, 43,3 kg de P₂O₅ e 61,8 kg de K₂O.

Os resultados das análises de solo nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm, são apresentados na tabela 4. O modo de aplicação não interferiu nos valores de pH. O pH em água ideal para o crescimento e desenvolvimento

da maioria das culturas agrícolas está na faixa de 5,3 a 6,3 (Sousa et al., 2007). O incremento das doses de calcário promoveram alterações em todas as camadas estudadas após 22 meses de aplicação, com a dose recomendada foi possível atingir o pH ideal para a soja.

O modo de aplicação interferiu nos teores de Ca e Mg na camada superficial, enquanto para o Mg interferiu também na camada de 40 a 60 cm. Os teores foram maiores nos tratamentos com uso de escarificador, nesta situação o calcário foi aplicado em dose única (novembro de 2011), com 22 meses para sua reação; já nos tratamentos com aplicação superficial as doses foram parceladas em duas vezes (novembro/2011 e outubro/2012), com menor tempo para a reação na segunda aplicação. As doses de calcário promoveram drástica alteração nos teores de cálcio e magnésio no solo (tabela 4). O calcário é fonte destes nutrientes, portanto quanto maior a dose aplicada maiores os teores disponíveis.

As doses crescentes de calcário interferiram negativamente na acidez potencial nas camadas estudadas, exceto na camada de 10 a 20 cm (tabela 4).

A saturação por bases foi influenciada positivamente pelas doses de calcário nas camadas de 0 a 10 e 40 a 60 cm, na superfície o efeito foi quadrático ($Y = -2,8 \cdot x^2 + 20,3 \cdot x + 27,4$; $R^2 = 96,4$). Portanto, para atingir a saturação almejada pelo cálculo, V igual a 55%, a aplicação de duas vezes e meia a dose recomendada foi necessária (tabela 4).

CONCLUSÕES

O aumento de doses de calcário e o modo de aplicação não alteram o estado nutricional da soja, a produtividade e a exportação de nutrientes.

O modo de aplicação com escarificador promove mudanças nos teores de Ca e Mg na camada superficial e subsuperficial para Mg.

A aplicação de até duas vezes e meia a dose recomendada permite a aproximação do alvo de correção após 22 meses da aplicação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Fundo de Incentivo à Cultura do Algodão em Goiás – Fialgo, à Fundação Goiás e a Fazenda JHS.

REFERÊNCIAS

BOARD, J.E. & MODALI, H. Dry matter accumulation predictors for optimal yield in soybeans. *Crop Science*, 45:1790-1799, 2005.



CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, F.R.; ALVAREZ [et al.], (Ed). Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. P.769-850.

KURIHARA, C.H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004. 101f.

MAPA. Soja - MAPA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em 20 de fev. 2015.

SOUSA, D.M.G. de & LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D.M.G. de & LOBATO, E. Cerrado: Correção do Solo e Adubação. 2.ed.

Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.81-96.

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.H.V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). Fertilidade do solo. SBCS: Viçosa, 2007. p.203-274.

VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A.; GUILHERME, L.R.G.; FURTINI NETO, A.E. Manejo da Fertilidade do Solo. Lavras, Universidade Federal de Goiás. 1997. 206p.

VITTI, G.C. & TREVISAN, W. Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja. Piracicaba: POTAFOS, Informações Agronômicas, 90:1-16, 2000.

Tabela 1. Resultados da análise de solo, nas camadas 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm de profundidade, antes da instalação do experimento. Caiapônia – Goiás.

Profundidade -cm	pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m	M.O.
	CaCl ₂	mg dm ⁻³											%
0 - 20	4,3	30	6	2,4	15	6	1	71	24	94,7	25	4	4,7
20 - 40	4,2	8	53	1,4	5	3	2	59	8,9	67,5	13	15	3,4
40 - 60	4,4	6	46	1,3	6	3	1	48	9,5	57,4	17	7	3,3

Obs.: pH, em CaCl₂ na relação solo:água 1:2,5; Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, H+Al, SB, CTC :cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, hidrogênio mais alumínio (acidez potencial), soma de bases (Ca, Mg e K) e capacidade de troca de cátions.

Tabela 2. Teores de nutrientes nas folhas da soja NA 5909 RR cultivada em doses crescentes de calcário. Caiapônia – GO, safra 2012/13.

Modo aplicação (M)	Teor foliar da soja											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Superficial	33,6	2,8	22,7	9,0	2,9	2,0	27,9	7,5	99,9	41,9	33,8	
Sup.+Escarificador	39,2	3,4	20,5	8,3	2,9	2,2	31,0	7,9	113,8	38,6	37,3	
Teste F (M)	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CV1 (%)	16,1	5,9	12,6	8,4	8,5	44,7	9,1	14,7	23,9	14,3	11,3	
Doses de Calcário (D)												
0	35,9	2,9	21,6	8,5	2,8	1,9	30,4	7,8	95,6	50,5	37,6	
2,2	35,8	3,2	22,6	8,6	2,8	2,2	31,2	7,9	104,3	40,1	37,2	
4,4	37,8	3,1	21,3	8,7	2,9	2,1	28,0	7,1	111,4	37,6	37,4	
6,6	37,0	3,1	20,9	8,8	3,1	2,2	28,3	8,4	115,5	36,8	33,1	
8,8	35,5	3,2	21,4	8,6	2,9	2,0	29,3	7,3	107,4	36,3	32,4	
Teste F (D)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	
Teste F (MxD)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CV2 (%)	7,1	6,0	11,8	10,6	10,5	13,0	16,1	15,2	26,3	9,1	12,8	
Média	36,4	3,1	21,6	8,6	2,9	2,1	29,5	7,7	106,8	40,2	33,6	
Faixa adequada*	31,5-47	2-4	17-27,5	7,5-13,1	2,9-4,5	2-3,1	30-50	5-11	45-125	20-85	30-75	

* Fonte: Adaptado de KURIHARA (2004) e CANTARUTTI et al. (2007).Obs: ns e **: não significativo a 1% e significativos a 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.



Tabela 3. Componentes de produção da soja NA 5909 RR cultivada em doses crescentes de calcário. Caiapônia – GO, safra 2012/13.

Modo aplicação (M)	Componentes de produção da soja		
	NGV	MCG -gramas-	Produtividade ----kg ha ⁻¹ ----
Superficial	2,2	17,5	3.441
Superficial+Escarificador	2,0	18,1	3.594
Teste F (M)	ns	ns	ns
CV1 (%)	12,7	6,6	18,1
Doses de Calcário - Mg ha⁻¹			
0	2,2	17,3	3.501
2,2	2,1	17,3	3.354
4,4	2,0	18,2	3.646
6,6	2,1	17,6	3.364
8,8	2,1	18,1	3.722
Teste F (D)	ns	ns	ns
Teste F (MxD)	ns	ns	ns
CV2 (%)	7,0	3,4	12,0
Média	2,1	17,8	3.518

Obs – NGV: Numero grãos vagem⁻¹; MCG: Massa 100 grãos; ns: não significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 5. Resultados de pH em CaCl₂, cálcio, magnésio, acidez potencial e saturação por bases nas profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm, em função de doses crescentes de calcário. Caiapônia – GO, safra 2012/13.

Prof. cm	Modo aplicação (M)			CV1	Doses de calcário – Mg ha ⁻¹ (D)					Teste F (MxD)	CV2	ȳ	
	S	S+E	Teste F		0	1	2	3	4				Teste F
pH em CaCl₂													
0-10	4,9	5,7	ns	9,7	4,5	5,2	5,3	5,8	5,6	**	ns	8,9	5,3
10-20	4,6	4,9	ns	6,8	4,4	4,8	4,7	5,0	5,0	**	ns	5,2	4,8
20-40	4,6	4,7	ns	5,7	4,4	4,7	4,6	5,0	4,8	**	ns	5,3	4,7
40-60	5,0	5,2	ns	10,6	4,5	5,1	5,1	5,4	5,3	**	ns	7,9	5,1
Cálcio													
0-10	33,6	64,9	**	18,0	20,5	45,0	41,6	70,6	68,4	**	**	17,5	49,2
10-20	21,8	25,7	ns	17,8	14,2	16,4	22,0	35,5	30,5	**	ns	31,5	23,7
20-40	13,8	15,7	ns	33,0	11,4	13,9	11,9	21,0	15,5	**	ns	28,0	14,7
40-60	20,5	20,8	ns	25,5	10,2	18,6	22,0	24,9	27,6	**	**	18,7	20,7
Magnésio													
0-10	8,8	17,3	**	15,8	5,4	13,3	13,1	20,9	12,7	**	**	22,1	13,1
10-20	5,5	9,1	ns	34,2	3,4	6,4	6,3	10,5	10,0	**	ns	28,3	7,3
20-40	4,2	5,3	ns	26,9	3,2	4,6	4,3	6,6	5,1	**	ns	27,0	4,7
40-60	6,1	7,4	**	10,6	3,1	6,6	6,9	9,0	8,3	**	**	17,5	6,8
Acidez Potencial (H+Al)													
0-10	66,3	42,0	ns	37,3	81,0	55,9	52,0	41,3	40,5	**	ns	27,8	54,2
10-20	72,0	62,7	ns	12,1	80,1	66,8	71,0	59,6	59,2	ns	ns	18,5	67,3
20-40	60,6	61,0	ns	22,5	73,1	58,6	63,0	54,5	54,7	**	ns	17,1	60,8
40-60	47,2	44,1	ns	32,5	61,2	45,9	43,0	38,3	40,0	**	ns	21,6	45,7
Saturação por bases - %													
0-10	39,9	62,1	ns	34,9	26,6	47,9	52,5	65,4	62,8	**	ns	25,7	51,0
10-20	29,3	37,3	ns	29,2	20,0	28,7	31,2	43,1	43,3	ns	ns	30,0	33,3
20-40	25,7	27,9	ns	32,3	18,1	27,3	24,9	35,4	28,2	ns	ns	26,5	26,8
40-60	36,6	40,9	ns	37,6	20,0	32,8	39,4	54,4	50,3	**	ns	24,7	38,8

Obs - pH em CaCl₂ na relação solo:água 1:2,5; cálcio e magnésio por Resina Trocadora de Íons. Obs - ns e **: não significativo e significativo a e 1% de probabilidade pelo teste de F.