

## **RELATÓRIO FINAL**

### **EFICIENCIA DE CALCÁRIO E GESSO NA CULTURA DA SOJA EM SOLO DE CERRADO**

**COORDENADOR DO PROJETO:**

Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Universidade Federal do Piauí – UFPI/Campus Professora Cinobelina Elvas  
CPCE – Bom Jesus, Departamento de Engenharias

**DISCENTE DO MESTRADO:**

Tamara Araújo Schenfert

Engenharia Agrônômica - UFPI

Mestranda em solos e nutrição de plantas - UFPI

Universidade Federal do Piauí – UFPI/Campus Professora Cinobelina Elvas

**BOM JESUS-PI**

**2016**

## **1. INTRODUÇÃO (justificativa)**

O Cerrado está inserido em áreas de clima tropical e subtropical, onde é comum a ocorrência de solos ácidos, caracterizados por reduzido pH, baixos teores de matéria orgânica, baixos teores de Ca e Mg trocáveis, baixo índice de saturação de bases, e relativamente elevados teores de alumínio trocável. Sanchez & Logan (1992) indicaram que 1/3 dos solos tropicais apresentam problemas de acidez do solo, com elevada saturação por Al. A acidez e a pobreza de nutrientes retardou a inclusão das áreas de Cerrado do Brasil central ao processo produtivo (Motta & Melo, 2009). Somente com a prática da calagem e adubação foi possível o estabelecimento da agricultura comercial nesse importante bioma brasileiro (Motta & Melo, 2009). A calagem contribui para o aumento da eficiência dos adubos e conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária (Sousa et al., 1989; Oliveira & Yokoyama, 2003). Diversos estudos têm demonstrado que a calagem em solos com acidez elevada permite dobrar a produtividade das culturas com relação custo/benefício superior a 20:1, em um período de quatro colheitas (Quaggio et al., 2001).

A acidez do subsolo pode ser minimizada com o uso de gesso agrícola ou o fosfogesso. A associação de calcário e gesso tem proporcionado resultados em produtividades das culturas em solos ácidos de cerrado. O gesso também pode ajudar a aliviar a toxidez do alumínio em subsuperfície do solo, por três mecanismos: o primeiro, mediante a adsorção específica do íon  $\text{SO}_4^{2-}$  contido no gesso, ocorre a neutralização da acidez; o segundo resultante do aumento da concentração salina, ou em outras palavras da força iônica da solução do solo, reduz a atividade de  $\text{Al}^{3+}$  e conseqüentemente, o efeito nocivo das plantas; o terceiro, ao estimular o enraizamento profundo das plantas (Quaggio, 2000).

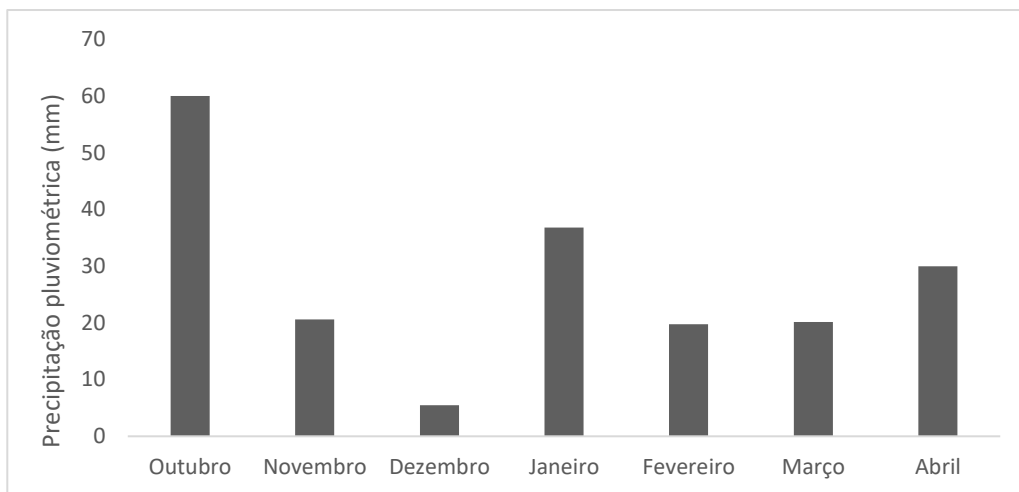
As regiões de cerrado no Piauí ainda são pouco pesquisadas, sendo que as técnicas de cultivo, principalmente da correção do solo e da adubação, são importados de recomendações de outros estados do Sul e Centro-Oeste do Brasil. Somente com a pesquisa de práticas de manejo do solo na região climática do Sul do Piauí que se promoverá tecnologias para melhorar a eficiência de adubação e conseqüentemente maior rendimento produtivo das culturas.

## **2. OBJETIVO**

Considerando a crescente adoção do uso do Gesso, e também a necessidade do uso de calcário em Latossolo no Sul do Piauí. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o uso de calcário como corretivo da acidez do solo e o gesso como fonte de Ca e S no cultivo da soja em área de primeiro ano no sul do Piauí.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado na Fazenda União Serra das Laranjeiras, município de Currais, Sul do Piauí. Os dados de precipitação pluviométrica na área do experimento foram verificados diariamente com um pluviômetro (Figura 1).



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica na área durante a condução do experimento no ano de 2015/2016

O solo da área do experimento foi caracterizado como Latossolo Amarelo distrófico. Antes da aplicação das doses de calcário e gesso foram realizadas as análises dos atributos químicos (Tabela 1) e físicos do solo (Tabela 2). O solo amostrado foi enviado para Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda.

Camadas	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat.	S
	CaCl <sub>2</sub>		resina						bases		bases	Al	SO <sub>4</sub>
									S.B.				
		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							V%	m%	mg dm <sup>-3</sup>
R1 0-20	3.7	21	4	0.1	2	1	47	5	3	50	6	62	2
R1 20-40	3.8	7	4	0.1	3	1	28	3	4	32	13	42	6
R1 40-60	3.9	5	4	0.1	2	1	31	3	3	34	9	49	3
R2 0-20	3.7	23	4	0.1	2	1	58	4	3	61	5	56	8
R2 20-40	3.8	7	6	0.1	2	1	34	3	3	37	8	49	5
R2 40-60	3.8	7	4	0.1	2	1	28	3	3	31	10	49	4
R3 0-20	3.6	21	6	0.1	3	1	58	5	4	62	7	55	4
R3 20-40	3.9	9	4	0.1	3	1	31	3	4	35	12	42	6
R3 40-60	3.9	5	4	0.1	2	1	31	3	3	34	9	49	8

**Tabela 1.** Análise dos atributos químicos do solo das camadas de 0-20, 20-40, 40-60 com três repetições. Potencial hidrogeniônico (Ph) em CaCl<sub>2</sub>, Matéria orgânica (MO), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Hidrogênio + Alumínio (H+Al), Alumínio (Al), Soma de bases (SB), Capacidade de troca catiônica (CTC), Saturação por alumínio (Sat. Al) e Enxofre (S).

Camadas	Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina
	<0,002mm	0,053-0,002mm		2,00-0,210mm	0,210-0,053mm
	----- g/kg -----				
R1 0-20	201	29	770	500	270
R1 20-40	218	42	740	510	230
R1 40-60	246	44	710	480	230
R2 0-20	214	26	760	460	300
R2 20-40	212	58	730	590	140
R2 40-60	279	11	710	460	250
R3 0-20	234	16	750	500	250
R3 20-40	220	30	750	510	240
R3 40-60	267	13	720	540	180

**Tabela 1.** Análise dos atributos físicos do solo das camadas de 0-20, 20-40, 40-60 com três repetições.

A cultivar de soja utilizado no experimento foi a TMG 133RR. Dessa cultivar, utilizou-se 15 sementes por metro, no espaçamento 0,50 m, assim 260 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os defensivos agrícolas utilizados foram Standak TOP (100ml ha<sup>-1</sup>), Vitavax thiran (150ml/ha) e Booster (150ml/ha). Foram utilizados como tratamento de sementes de soja para evitar pragas e doenças. As sementes de soja foram inoculadas com Bradyrhizobium com 100 mL para 50 kg de semente. Os tratos culturais para controle de doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados conforme a necessidade da cultura durante o experimento no campo.

A análise do tecido vegetal da soja foi realizada retirando-se amostras foliares no período do florescimento da mesma em cada parcela. As amostras foram levadas para laboratório de análises de solos do CPCE-UFPI, e as mesmas passaram por uma limpeza com água destilada para retirar partículas de poeira sobre o material vegetal. Após a limpeza as mesmas foram secas em estufa a 65 °C, até atingir massa constante. Após secas em estufa, as amostras foram enviadas ao Laboratório Agrotécnico Piracicaba Ltda, para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S.

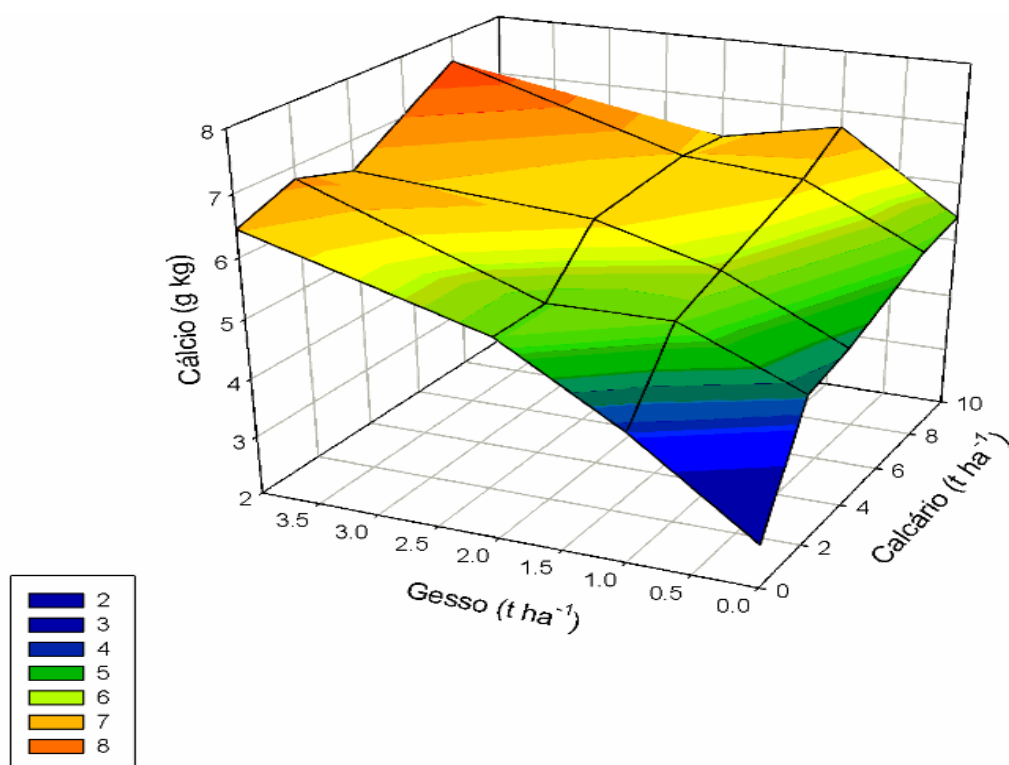
A produtividade da soja foi estimada coletando-se manualmente plantas de soja em 6 m<sup>2</sup> dentro da parcela (parcela útil). Posteriormente o mesmo foi trilhado mecanicamente. A massa de 100 grãos de soja foi determinada através de balança analítica de precisão (0,001 g) para a estimativa da produtividade. Os valores dos pesos de grãos de soja foram extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>, corrigindo-se a umidade contida nos grãos a 13%. A soja foi colhida no dia 28 de maio de 2016.

Os resultados de macro e micronutrientes nas folhas, o peso de 100 grãos e produtividade da soja foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa

estatístico R, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de tukey ( $P < 0,05$ ).

#### 4. Resultados e Discussão

Buscando-se encontrar relações entre a aplicação de calcário e gesso e suas combinações diante da produtividade agrícola em soja, procedeu-se as análises das amostragens quanto a variação dos níveis de Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre (Análise foliar) e produtividade e peso de 100 grãos. Os resultados foram expressos em forma de gráficos.

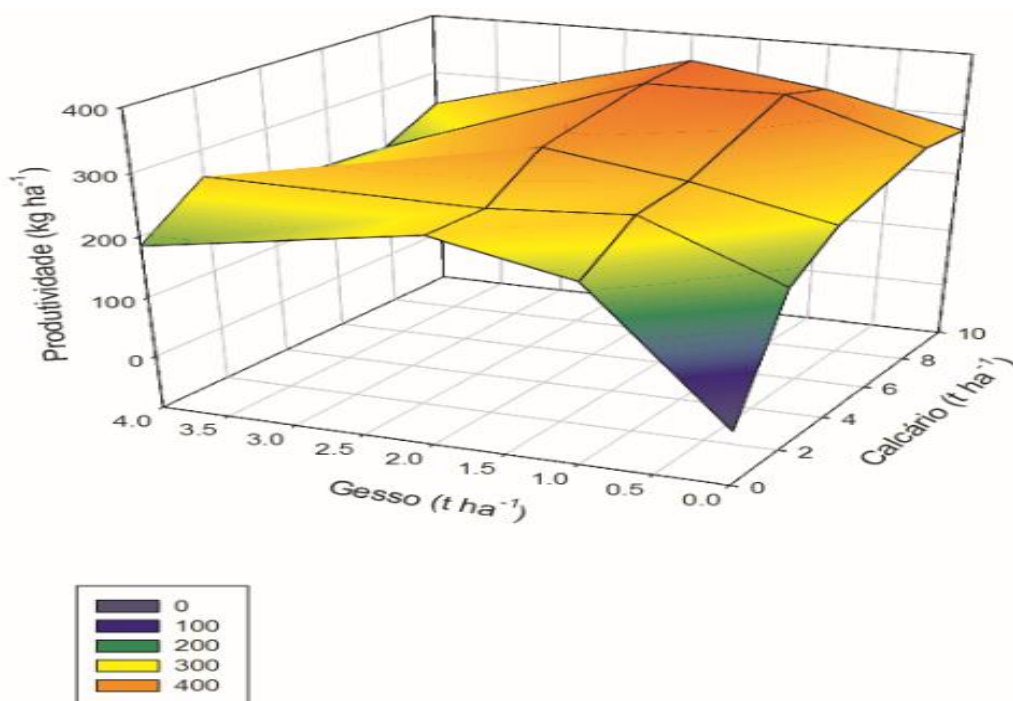


**Gráfico 1.** Relação tratamento calcário e gesso em função dos teores de cálcio na planta.

A aplicação de calcário e gesso ao solo aumentou os teores de Cálcio (Ca) na planta. Assim, a associação dos tratamentos de calcário e gesso foram estatisticamente significativos, assim, realizou-se o desdobramento ao nível dos tratamentos. A melhor associação quanto ao nível do tratamento 0 de gesso foi com os tratamentos de 10 (5.4), 8 (5.27), 4 (4.7) e 2 (4.52) de calcário. Para a tratamento 1 de gesso a melhor associação foi com o tratamento 10 (6.72) de calcário. Já o tratamento 2 de gesso associado aos tratamentos 8 (6.4), 10 (6.32), 4 (6.22), 2 (5.35) e 0 (5.35) de calcário foram estatisticamente significativos, porém, as médias foram estatisticamente iguais. O tratamento 4 de gesso associado aos tratamentos de calcário, não apresentaram significância e foram estatisticamente iguais. Quanto ao desdobramento dos tratamentos de calcário. O tratamento 0, 2 e 8 obtiveram as melhores médias quando associados ao

tratamento 4 (6.45), (6.8), (7.57) respectivamente de gesso. Para o tratamento 4 de calcário a melhor associação aconteceu com os tratamentos 4 (6.5) e 2 (6.22) de gesso. No tratamento 10 de calcário a melhor associação foi o tratamento 4 (6.8) e 1 (6.74).

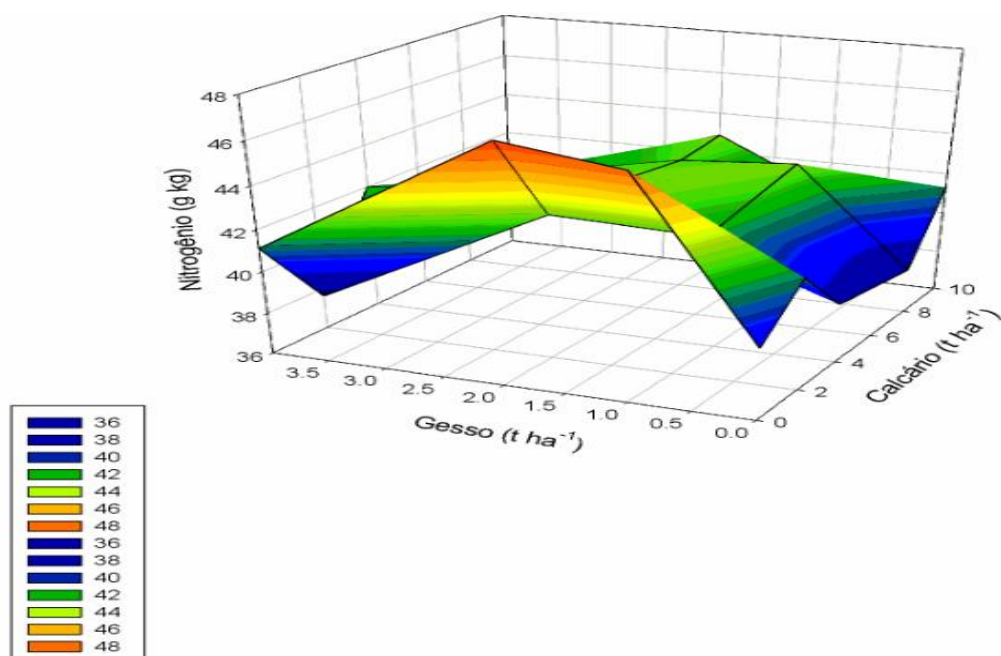
O cálcio exerce grande influência no desenvolvimento e crescimento radicular das plantas. Estudos mostraram que um solo com  $1,0$  a  $1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de cálcio resultaram em um aumento no crescimento radicular de plântulas, porém, essa quantidade não foi suficiente para manter o crescimento do sistema radicular (Ritchey., et al 1982). Outros trabalhos mostraram que a soja (Rosolem., et al 1998) responde a um crescimento normal do sistema radicular com um teor de  $8,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de cálcio. Como também, observou que a soja responde em crescimento de raízes a teores bem superiores a  $15 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de cálcio no solo (Roselem., et al 1995). O gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) aplicado ao solo é fonte de cálcio e enxofre às plantas (Faria et al., 2003) e o calcário reage no solo e possibilita a elevam o pH, os teores de cálcio, a saturação por bases e diminui Al e Mn trocáveis no solo (Caires *et al.*, 2001). Como o experimento foi implantado em área de abertura e seus teores de nutrientes são baixos, com a aplicação de calcário e gesso, elevou-se esses teores de cálcio no solo e conseqüentemente esses teores foram absorvidos pela planta. Também devido à baixa precipitação pluviométrica o gesso expressou-se de forma significativa, visto que com o aprofundamento das raízes encontra-se cálcio em subsuperfície fornecido pelo gesso.



**Gráfico 2.** Relação tratamento calcário e gesso em função da produtividade da planta.

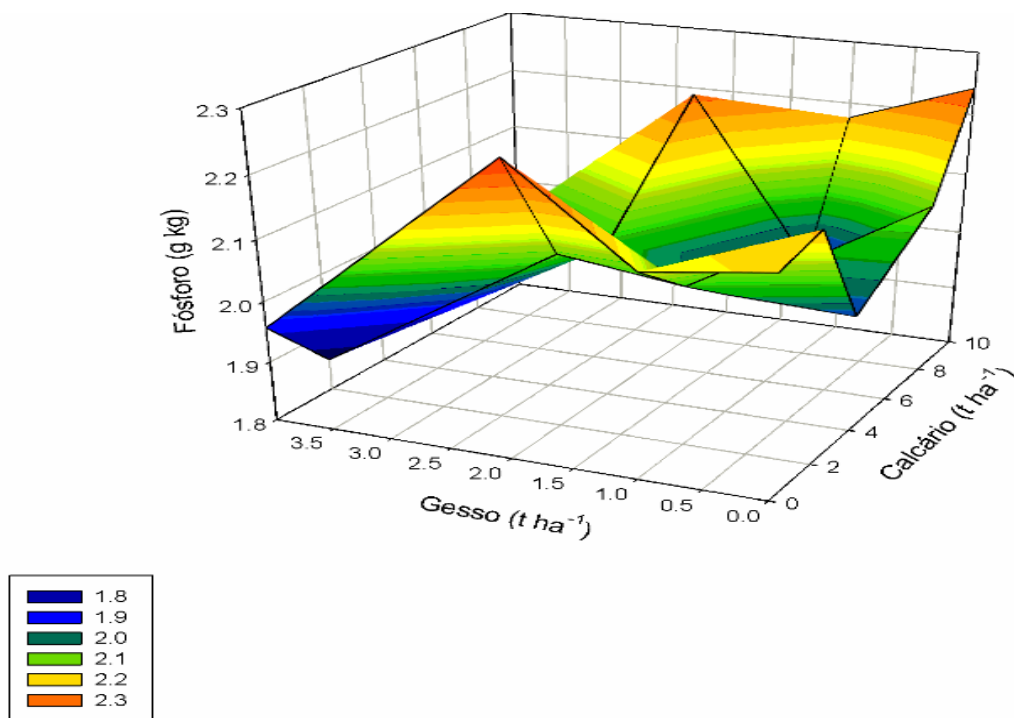
A associação do calcário e gesso aplicados ao solo influenciou positivamente na produtividade da soja. Logo, os tratamentos de calcário e gesso em relação a

produtividade foram estatisticamente significativos e procedeu-se o desdobramento ao nível dos tratamentos. A interação do tratamento 0 de gesso aconteceu com os tratamentos de 8 (279,37), 10 (274,25), 4 (231,62) e 2 (177,75) de calcário. Já para o tratamento 1 de gesso a melhor interação aconteceu com o tratamento 8 (347,56) de calcário. O tratamento 2 de gesso apresentou-se estatisticamente significativo com todos os tratamentos de calcário, porém, as suas médias foram estatisticamente iguais: 10 (355,62), 8 (347,68), 4 (310,37), 2 (251,81) e 0 (250,87). O desdobramento do tratamento 4 de gesso com tratamentos de calcário, de acordo com o teste F, as médias apresentaram-se estatisticamente iguais. Com relação ao desdobramento de gesso dentro de calcário, o tratamento 0 de calcário apresentou melhor interação com os tratamentos 2 (250,87), 1(205,75) e 4 (185,37) de gesso. No desdobramento do tratamento 2 de calcário, com os tratamentos de gesso, de acordo com teste F, as médias apresentaram-se estatisticamente iguais. O mesmo aconteceu com os tratamentos 4 e 10 de calcário associados aos tratamentos de gesso. No tratamento 8 de calcário a interação que apresentou-se melhor foram com os tratamentos 2 (347,68) e 1 (347,56). A baixa produtividade da soja pode ser explicada pelo baixo volume pluviométrico e os veranicos ocorridos nas fases mais importantes do desenvolvimento da planta. As maiores doses de gesso não expressaram resultados satisfatórios quanto a produção, provavelmente por se tratar de um solo com baixa fertilidade, bases presente no meio podem ter sido lixiviadas para o subsolo. Como a planta obteve seu desenvolvimento esperado devido ao baixo volume de chuvas, logo, as raízes não chegaram em contato com essas bases lixiviadas.



**Gráfico 3.** Relação tratamento calcário e gesso em função dos teores de nitrogênio na planta.

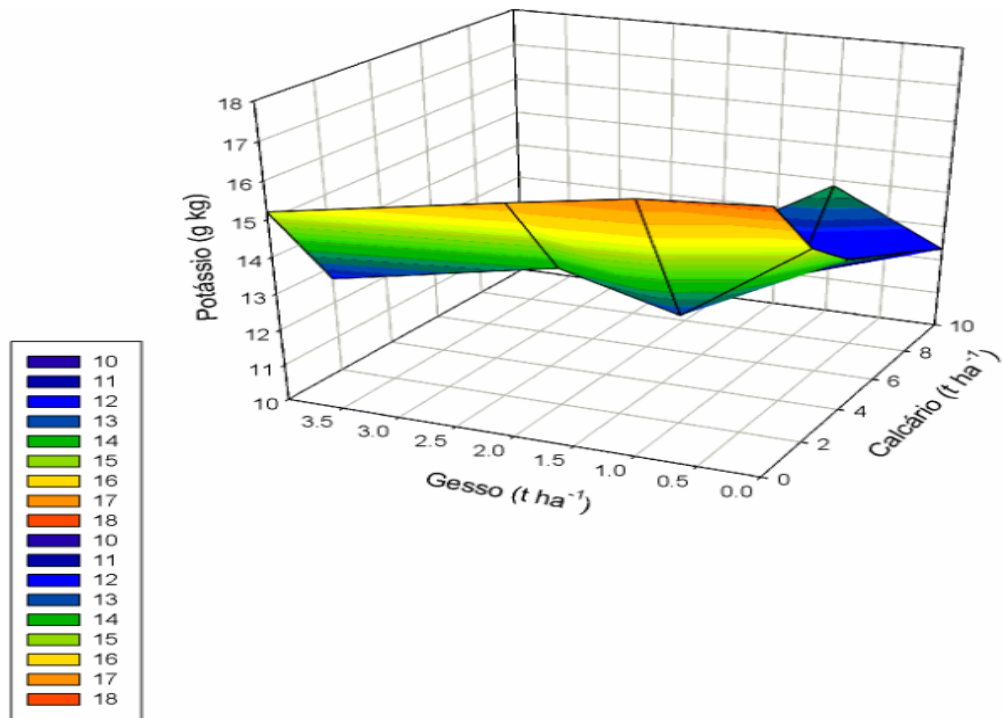
Os teores de nitrogênio (N) na planta foram estatisticamente significativos quanto ao tratamento de gesso. Os tratamentos que apresentaram os melhores resultados estatisticamente foram o 2 (43,68) e 1 (42,84). As doses de calcário aplicada ao solo não apresentaram correlação com teores de N na planta. Quaggio et al. (1993), também observaram estreita correlação entre N nas folhas de soja com doses de calcário incorporadas ao solo em sistema convencional de cultivo.



**Gráfico 4.** Relação tratamento calcário e gesso em função dos teores de fósforo na planta.

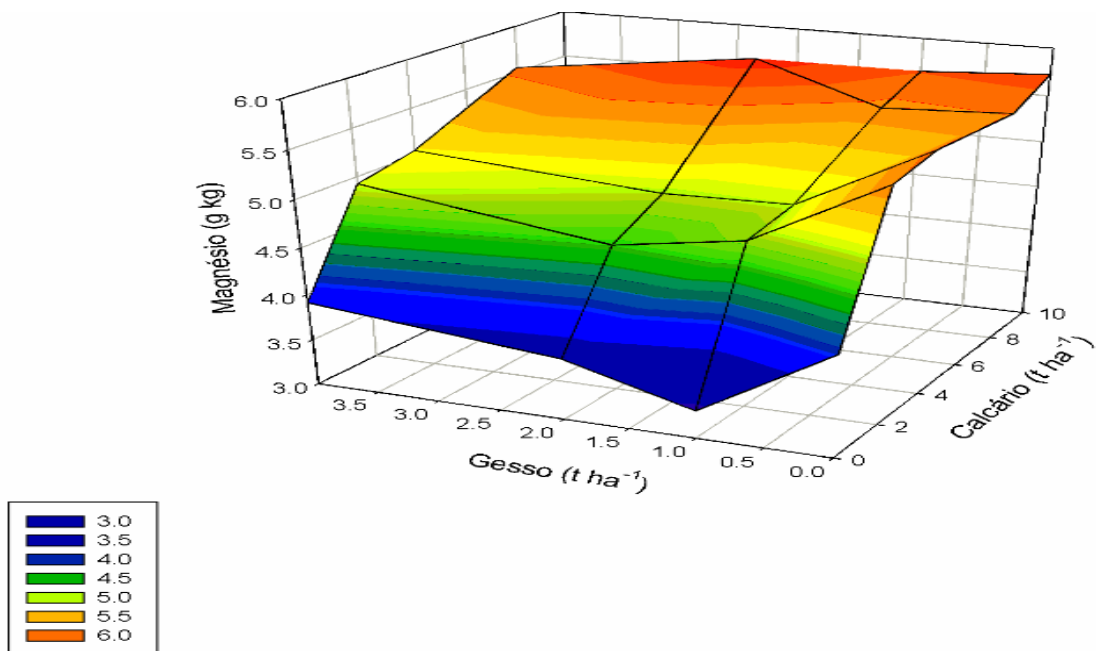
Os teores de fósforo (P) na planta foram estatisticamente significativos quanto ao tratamento de gesso. Os tratamentos que apresentaram os melhores resultados estatisticamente foram: 2 (2,13), 0 (2,12) e 1 (2,06). Em estudos foram observados os incrementos nos teores foliares de P com as doses de gesso, nos três cultivos de soja. Foi possível comprovar com os resultados que a utilização de gesso aumenta a disponibilidade de P na camada superficial do solo, causando reflexos importantes na absorção de P pelas plantas de soja. (Caries et al, 2003).





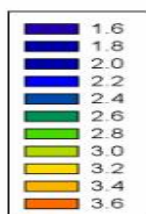
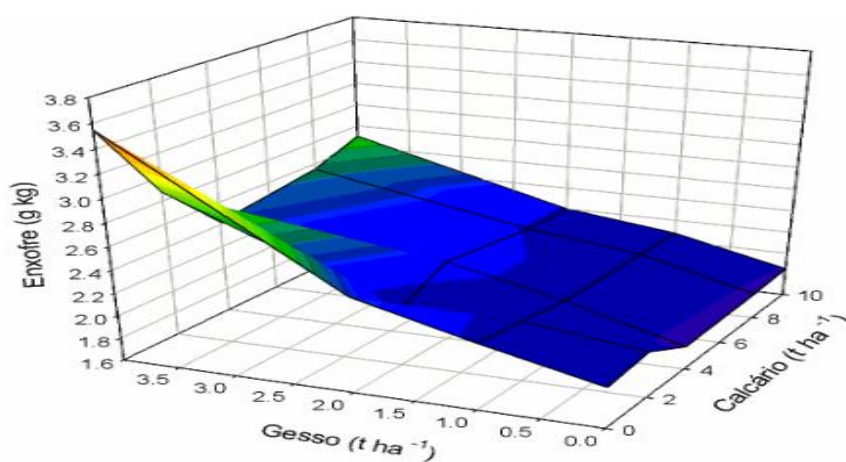
**Gráfico 5.** Relação tratamento calcário e gesso em função dos teores de potássio na planta.

Os teores de potássio (K) na planta apresentaram-se estatisticamente significativos quanto as doses de calcário e gesso. O tratamento de calcário que apresentou o melhor resultado foi o 0 (16,23) e para gesso os melhores tratamentos 0 (14,30), 1 (13,67) e 2 (13,54). Alguns autores observaram que a aplicação de gesso pode levar à lixiviação de  $K^+$  (Rampim et al., 2011), de forma semelhante entre solos com diferentes capacidades de troca catiônica (Maria et al., 1993).



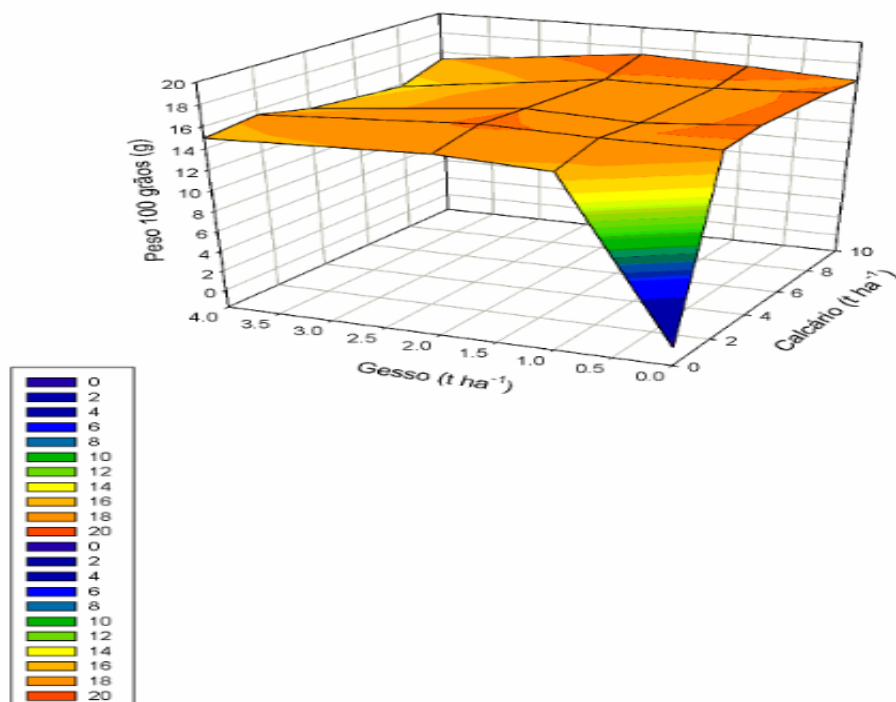
**Gráfico 6.** Relação tratamento calcário e gesso em função dos teores de magnésio na planta.

Os teores de magnésio (Mg) na planta apresentaram-se estatisticamente significativos quanto as de calcário e gesso. O tratamento de calcário que apresentou o melhor resultado foi a 8 (5,59) e para gesso foram as doses 0 (5,27), 4 (4,92) e 2 (4,86). O aumento na concentração de Mn no tecido foliar com a aplicação de doses de gesso seria explicado devido a formação de par iônico entre esse cátion e o sulfato, diminuindo a atividade desse elemento em solução, favorecendo, assim, o deslocamento do equilíbrio no solo, liberando mais íons Mn para a solução e permitindo maior absorção pelas plantas (Olsen & Watanabe, 1979). Os resultados encontrados com o aumento de Mg na planta com as doses de calcário corroboram com os encontrados por, Caries et al., (1998), onde encontraram incremento nos teores Mg foliar na soja com a aplicação de calcário.



**Gráfico 7.** Relação tratamento calcário e gesso em função dos teores de enxofre na planta.

Os teores de enxofre (S) na planta apresentaram-se estatisticamente significativos quanto as de calcário e gesso. O tratamento que obteve o melhor resultado foi a dose 0 (2,52) e 2 (2,27) de calcário. Já para o gesso a melhor dose foi a 4 (2,82). Segundo Cares et al (2003), seus resultados mostram que a utilização de gesso em doses elevadas aumenta a disponibilidade de P na camada superficial do solo, causando reflexos importantes na absorção de P pelas plantas de soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Evandro et al (2011), na dose de 1.920 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola, observou-se aumento de 8% nos teores foliares de S, esse comportamento era esperado, visto que o gesso é fonte de S para as culturas (Caires et al., 1998; Rajj, 2008; Soratto & Crusciol, 2008).



**Gráfico 7.** Relação tratamento calcário e gesso em função do peso de 100 grãos da soja.

A associação do calcário e gesso aplicados ao solo influenciou no peso de 100 grãos de soja. O desdobramento dos tratamentos de calcário dentro do tratamento 0 de gesso, apresentou-se estatisticamente significativo e os melhores resultados foram 4 (16,67), 8 (16,55), 10 (16,27) e 2 (16,27). Os tratamentos de calcário dentro dos tratamentos 1, 2 e 4 de gesso, de acordo com o teste F, as médias desses fatores apresentaram-se estatisticamente iguais. No desdobramento quanto aos tratamentos de gesso dentro do tratamento 0 de calcário, as médias apresentaram-se estatisticamente significativas, onde as melhores médias foram: 2 (15,32), 1 (15,02) e 4 (14,95). Já os tratamentos de gesso dentro do tratamento 2 de calcário, de acordo com o teste F, as médias desse fator são estatisticamente iguais. Para o tratamento 4 de calcário dentro dos tratamentos de gesso a melhor média foi a 0 (16,67). Os Tratamentos 8 e 10 de calcário para os tratamentos de gesso apresentaram as melhores médias nas doses 0 (16,55), 2 (16,15) e 1 (16,12) de gesso para o tratamento 8 de calcário e a 2 (17,3) de gesso para a 10 de calcário.

## 5. CONCLUSÃO

Houve interação entre as doses de calcário e de gesso que melhorou a nutrição da soja.

A calagem e a gessagem promoveram incrementos na produtividade, no peso de 100 grãos de soja e nos teores de cálcio foliar da soja.

A aplicação de Calcário não demonstrou influência no teor foliar de nitrogênio e fósforo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. *Revista Brasileira de ciência do solo*, 27:275-286, 2003.

CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. *Bragantia*, v.60, p.213-223, 2001.

EVANDRO, G.; EDGARD, J. R. J.; FÁBIO, M. M.; DANILO, G. F.; FÁBIO, R. DE S.; YARA, B. C. J. R.; Fixação biológica de nitrogênio e teores foliares de nutrientes na soja em função de doses de molibdênio e gesso agrícola. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 35, n. 2, p. 259-269, mar./abr., 2011.

FARIA, C.M.B.; COSTA, N.D.; FARIA, A.F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.615-619, 2003.

MARIA, I.C.; ROSSETTO, E.J.; AMBROSANO, E.J. & CASTRO, O.M. Efeito da adição de diferentes fontes de cálcio no movimento de cátions em colunas de solo. *Sci. Agric.*, 50:87-98, 1993.

MOTTA, A. C. V.; MELO, V. F. Química dos solos ácidos. In: MELO, V. F. & ALLEONI, L. R. F. eds. *Química e mineralogia do solo*, n. 2. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2009. p. 313-380.

OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. Interaction of added gypsum in alkaline soils with uptake of iron, molybdenum, manganese and zinc by sorghum. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43:125-130, 1979.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; GALLO, P.B. & MASCARENHAS, H.A.A. Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso e lixiviação de íons no perfil do solo. *Pesq. Agrop. Bras.*, 28:375-383, 1993.

RAIJ, B. van. **Gesso na agricultura**. Campinas: Instituto Agronômico, 2008. 233p.

RAMPIM, L.; LANA, M.C.; FRANDOLOSO, J.F. & FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:1687-1698, 2011.

RITCHEY, K.D.; SILVA, S.E. & COSTA, V.F. Calcium deficiency in clayey B horizons of savannah Oxisols. *Soil Sci.*, 133:378-382, 1982.

ROSOLEM, C.A. & MARCELLO, C.S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. *Sci. Agric.*, 55:448-455, 1998.

ROSOLEM, C.A.; BICUDO, S.J. & MARUBAYASHI, O.M. Soybean yield and root growth as affected by lime rate and quality. In: DATE, R.A., ed. *Plant-soil interactions at low pH*. Dordrecht, Kluwer, 1995. p.543-547.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recémimplantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.32, p.675-688, 2008.