

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE SANTANA DO LIVRAMENTO
BACHARELADO EM AGRONOMIA

YEFERSON ELY CAVALHEIRO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DA SOJA À UTILIZAÇÃO DO ÓXIDO DE CÁLCIO GRANULADO EM
UM ARGISSOLO VERMELHO**

SANTANA DO LIVRAMENTO

2023

YEFERSON ELY CAVALHEIRO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DA SOJA À UTILIZAÇÃO DO ÓXIDO DE CÁLCIO GRANULADO EM
UM ARGISSOLO VERMELHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia na Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Kruger
Gonçalves

SANTANA DO LIVRAMENTO

2023

Catálogo de Publicação na Fonte

O48r	<p>Oliveira, Yeferson Ely Cavalheiro de. Resposta da soja à utilização do óxido de cálcio granulado em um agrissolo vermelho. / Yeferson Ely Cavalheiro de Oliveira. – Santana do Livramento, 2023. 25 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Gustavo Kruger Gonçalves.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Unidade em Santana do Livramento, 2023.</p> <p>1. Cálcio. 2. Magnésio. 3. Corretivo. 4. Forma. 5. Granulado. I. Gonçalves, Gustavo Kruger. II. Título.</p>
------	--

YEFERSON ELY CAVALHEIRO DE OLIVEIRA

**RESPOSTA DA SOJA À UTILIZAÇÃO DO ÓXIDO DE CÁLCIO GRANULADO EM
UM ARGISSOLO VERMELHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia na Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Kruger Gonçalves

Aprovado em: 12/12/2023 .

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Kruger Gonçalves
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof. Me. Rodrigo de Moraes Galarza
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Paulo Elias Borges Rodrigues
Engenheiro Agrônomo

Dedico este trabalho à minha mãe
(in memória).

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Geneli Cavalheiro Fernandez pelo ‘incentivo’ ao estudo/conhecimento e apoio qual seja ao rumo e procura de tal objetivo. À minha mãe e ‘motivo’ desta jornada de graduação, Lisiane de Oliveira Escañuela por toda sua vida e exemplo.

Aos meus amigos e colegas por cada momento e amadurecimento proporcionado. Aos jovens agradeço a alegria, a energia e os ‘sonhos’ compartilhados, e aos mais maduros agradeço o respeito, a sabedoria e o ‘exemplo’ repassado.

À minha instituição de ensino, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, qual abriu não só as portas, mas também a ‘oportunidade’, da construção à conclusão de um sonho.

Ao meu orientador, Professor Doutor Gustavo Kruger Gonçalves pela parceria, confiança e dedicação disposta no seu trabalho ao longo dos anos e à esta conclusão. “Mais que um professor, um amigo”.

Muitas pessoas fazem parte deste trabalho pelo processo de antes, durante e na sua conclusão. Muitos influenciaram por meio de exemplos, sentimentos e palavras que instigaram e me apoiaram. Compartilhamos uma parcela da vida, e com muito carinho permanecerá a lembrança de cada passo dado nesta caminhada. A todos os meus mais sinceros agradecimentos. Sintam-se abraçados!

“Eu olho para este universo e o vejo de uma complexidade estupefaciente. Nada é simples, nem uma gota d'água, nenhum átomo. É uma ignorância brutal do ser humano que acha tudo simples, tudo é extremamente complexo, e eu me curvo diante de uma vontade suprema. Eu creio em Deus.”

Enéas Carneiro

RESUMO

No Brasil, acréscimos na produção de soja com a calagem têm sido demonstrados por seu efeito no aumento do pH, na redução de Al e Mn tóxicos, no aumento da absorção de N, P, K e S e no fornecimento de Ca e Mg. Atualmente, o calcário é o corretivo do solo mais utilizado. Outros materiais alternativos têm sido buscados para algumas situações específicas como o caso do gesso e dos óxidos de cálcio granulado. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a resposta da soja à adubação com óxido de cálcio granulado. Os tratamentos consistiram em doses de óxido de cálcio granulado: a) 0 kg ha⁻¹; b) 250 kg ha⁻¹; c) 500 kg ha⁻¹; d) 750 kg ha⁻¹; e) 1000 kg ha⁻¹. As unidades experimentais foram vasos plásticos de 4 kg de solo. O experimento foi conduzido durante 50 dias, sendo avaliada a produção de massa seca das raízes, a produção de massa seca da parte aérea, altura e índice de área foliar. Os resultados demonstraram que houve uma resposta quadrática dos indicadores avaliados às doses utilizadas. Conclui-se que a dose de 500 kg ha⁻¹ proporcionou maior produção em todos os resultados avaliados.

Palavras-chave: cálcio, magnésio, corretivo, forma, granulado.

ABSTRACT

In Brazil, increases in soybean production with liming have been demonstrated by their effect on increasing pH, reducing toxic Al and Mn, increasing the absorption of N, P, K and S and supplying Ca and Mg. Currently, limestone is the most used soil improver. Other alternative materials have been sought for some specific situations, such as plaster and granulated calcium oxides. The present work was carried out with the objective of evaluating the response of soybeans to fertilization with granulated calcium oxide. The treatments consisted of doses of granulated calcium oxide: a) 0 kg ha⁻¹; b) 250 kg ha⁻¹; c) 500 kg ha⁻¹; d) 750 kg ha⁻¹ and e) 1000 kg ha⁻¹. The experimental units were plastic pots containing 4 kg of soil. The experiment was conducted for 50 days, evaluating dry mass production of roots, dry mass production of aerial part, height and leaf area index. The results demonstrated that there was a quadratic response of the indicators evaluated to the doses used. It is concluded that the dose of 500 kg ha⁻¹ provided greater production in all evaluated results.

Key words: calcium, magnesium, corrective, form, granulated.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos físico-químicos do solo Argilossolo vermelho.....	16
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea do experimento.....	16
Figura 2. Vista frontal dos tratamentos utilizados.....	17

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Produção de massa seca da parte radicular da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado.....	18
Gráfico 2. Produção de massa seca da parte aérea da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado.....	19
Gráfico 3. Altura da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado	20
Gráfico 4. Área Foliar da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
6. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A cultura de soja (*Glycine max* L. Merr.) é uma das principais no mundo com mais de 369 milhões de toneladas produzidas. As Américas se responsabilizam por 87,2% do total e o maior produtor mundial é o Brasil (USDA, 2023).

A produção de soja no Brasil está em evolução ao longo das safras, sendo que no último levantamento de 2022/23 atingiu aproximadamente 155 milhões de toneladas com uma produtividade média de 3.508 kg ha⁻¹ (CONAB, 2023). Isso se deve principalmente a evolução da produtividade média.

A produtividade média encontra-se distante do potencial de produtividade no Brasil, de 7.500 kg ha⁻¹ (TAGLIAPIETRA et al. 2022). Por definição, o potencial de produtividade é a produtividade de uma cultura que cresce sem limitações de água e nutrientes, livre de estresses bióticos (doença, pragas e plantas indesejadas).

Dentre os principais limitantes da produtividade e conseqüentemente da produção de soja no Brasil, encontra-se os estresses hídricos e a acidez do solo, a qual é uma limitação mundial em decorrência da toxidez causada por Al e Mn e baixa saturação por bases (COLEMAN & THOMAS, 1967).

Segundo KAMINSKI et al. (2007), os principais fatores que acidificam o solo são os seguintes: a) Precipitação pluviométrica; b) Hidrólise do Alumínio; c) Mineralização da matéria orgânica; d) Absorção de cátions; e) Nitrificação.

A água (H₂O), oriunda da precipitação pluviométrica combinada com gás carbônico (CO₂) forma um ácido carbônico (H₂CO₃), este ácido fraco ioniza, liberando hidrogênio e bicarbonato. Os íons de hidrogênio liberados substituem os íons de cálcio retidos pelos coloides do solo, fazendo com que se torne ácido (MEURER, 2012)

A hidrólise do alumínio consiste na reação do alumínio trocável com a água presente na solução do solo, ocorrendo liberação de íons de hidrogênios (NOVAES et al. 2007).

A mineralização da matéria orgânica do solo pelas bactérias resulta na liberação de íons hidrogênios, o que resulta na diminuição do pH (RAIJ, 2010).

As próprias plantas também interferem neste processo, leguminosas como soja, alfafa e trevo capturam mais cátions em proporção aos ânions, fazendo com que os íons de H sejam liberados das raízes das plantas para manter o balanço eletromecânico dentro de seus tecidos. O

resultado é uma acidificação líquida (KAMINSKI et al. 2007)

A nitrificação de adubos amoniacais com o sulfato de amônio e a ureia acidificam o solo através da liberação de íons hidrogênios (RAIJ, 2010).

Para corrigir a acidificação do solo, tem sido recomendada a utilização de corretivos do solo. No Brasil, aumentos na produção de soja com a calagem têm sido demonstrados por seu efeito no aumento do pH (RAIJ et al., 1977), na redução de Al e Mn tóxicos (MASCARENHAS et al., 1982), no aumento da absorção de N, P, K e S (QUAGGIO et al., 1993) e no fornecimento de Ca e Mg (MASCARENHAS et al., 1976).

Em casos de solos com concentração muito baixa de saturação de alumínio, mas com baixa concentração de Ca e Mg, a falta de suprimento de cálcio e magnésio pode limitar o desenvolvimento da planta.

O cálcio é necessário como elemento estrutural e desempenha um papel essencial na sinalização celular. A deficiência causa redução no crescimento do tecido meristemático do caule, na folha e na ponta da raiz. Os sintomas foliares típicos de deficiência de cálcio são lesões necróticas nas margens e nas pontas, nervuras acastanhadas e deformidades nas folhas. Após uma deficiência contínua do cálcio, os meristemas morrem (TAGLIAPETRA et al. 2022)

O magnésio constitui o elemento central do anel tetrapirrol da clorofila, além de ser o maior ativador enzimático dentre os nutrientes minerais. O primeiro sintoma foliar visual de deficiência é a clorose que se desenvolve gradualmente entre as pontas das folhas velhas totalmente expandidas, e é eventualmente acompanhada por uma cor roxa e murcha marrom (necrose) entre as nervuras das folhas (TAGLIAPETRA et al. 2002).

Atualmente, o calcário é o corretivo mais utilizado para elevação do pH do solo. Isso se deve a maior disponibilidade, a relação custo-benefício e o seu histórico de manejo e utilização. Entretanto, outros materiais alternativos têm sido buscados para algumas situações específicas como recentemente os óxidos de cálcio da forma granulada.

O óxido de cálcio granulado poderá ser uma excelente alternativa em áreas de Sistema Plantio Direto. A calagem superficial utilizada tem ação limitada nas camadas superficiais, principalmente nos primeiros anos de cultivo, aonde não se tem uma macroporosidade adequada que permita a descida do calcário que tem uma baixa solubilidade. Então, é possível que a aplicação de óxido de cálcio granulado, de maior solubilidade do que o calcário possa atingir o ambiente radicular no subsolo.

Além de corrigir o solo nas camadas mais profundas, o óxido de cálcio granulado irá fornecer magnésio e cálcio em profundidade. Isso é extremamente importante, já que o cálcio é o principal fator responsável pelo melhor crescimento do sistema radicular (RITCHEY et al., 1982), e dessa forma teriam uma maior tolerância a períodos de escassez de água.

O óxido de cálcio granulado tem sido recomendado em locais onde há um baixo teor de cálcio e magnésio, principalmente em camadas mais profundas. Devido à sua maior solubilidade quando comparada ao calcário, consegue movimentar-se pelos macroporos do solo atingindo camadas mais profundas, estimulando o desenvolvimento radicular nestes locais. Além disso, o cálcio é considerado um elemento químico que ajuda na floculação dos colóides do solo, o que faz com que ocorra a desobstrução dos macroporos do solo. Outra vantagem é a sua formulação, que permite que o mesmo seja aplicado na linha de semeadura. A aplicação em pó provoca uma má distribuição do produto, devido à questão da deriva ocasionada pelo vento.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar se existe a resposta da soja à adubação com óxido de cálcio granulado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a resposta da soja à adubação com óxido de cálcio granulado.

2.2. Objetivos específicos

Mensurar a massa seca de raízes, massa seca da parte aérea, a área foliar e a altura da soja em função dos tratamentos utilizados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na unidade da UERGS em Santana do Livramento. As unidades experimentais utilizadas foram vasos plásticos de 4 kg de solo. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições (Figura 1). Os tratamentos consistiram em doses de óxido de cálcio granulado: a) 0 kg ha⁻¹; b) 250 kg ha⁻¹; c) 500 kg ha⁻¹; d) 750 kg ha⁻¹; e) 1000 kg ha⁻¹. O produto comercial Caltim contém 31,5% de cálcio e 1,80% de magnésio. O solo coletado no Campus Rural da UERGS em Santana do Livramento é de origem de campo nativo sem histórico de utilização. Os atributos físico-químicos do solo estão na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físico-químicos do solo Argilossolo vermelho

Argila	m.o.	pH H ₂ O	SMP	Ca	Mg	CTC pH 7,0	V	S.Al	K	P
%	%			----- cmolc kg ⁻¹ -----			%	%	mg dm ⁻³	
8	1,0	4,9	6,0	1,0	0,3	5,6	25,3	9,6	68	6,0

Semearam-se oito sementes da cultivar de soja NEOGEN NEO590, sendo as doses de óxido de cálcio granulado aplicadas na superfície do solo. No estágio V2, Realizou-se o desbaste deixando duas plantas de soja em cada vaso. Durante o experimento a umidade foi mantida na capacidade de campo. Além disso, realizou-se a quantificação da área foliar do estágio V1 a V6, por meio da medição da largura e comprimento da folha.

Figura 1. Vista aérea do experimento

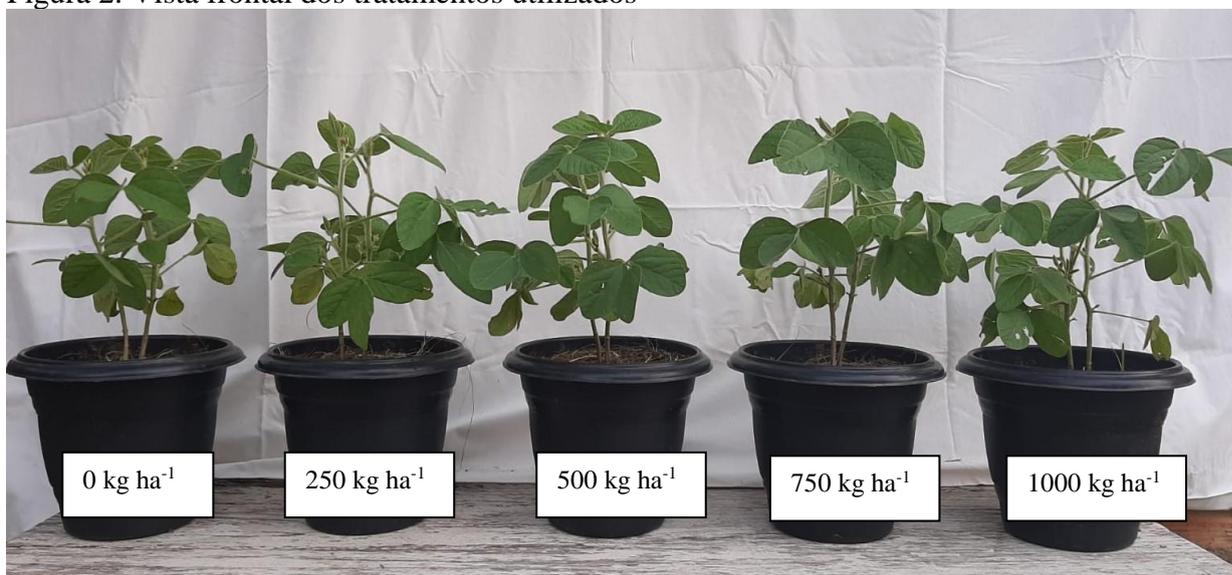


Fonte: OLIVEIRA, Y. E. C. (2023).

O experimento foi conduzido no período de 11 de setembro a 30 de outubro de 2023, sendo realizado o registro fotográfico dos tratamentos utilizados. Em sequência, realizou-se a medição da parte aérea, a coleta do experimento e a separação das raízes do solo com a utilização de água. Posteriormente, as amostras de raízes e da parte aérea foram secas em estufa a 65 °C até atingir o peso constante no Laboratório de Química da UERGS. Depois da secagem, realizaram-se as pesagens de massa seca radicular e massa seca da parte aérea.

Os dados de produção de massa seca da parte radicular, produção de massa seca da parte aérea, altura de plantas e área foliar foram submetidos à análise de regressão.

Figura 2. Vista frontal dos tratamentos utilizados

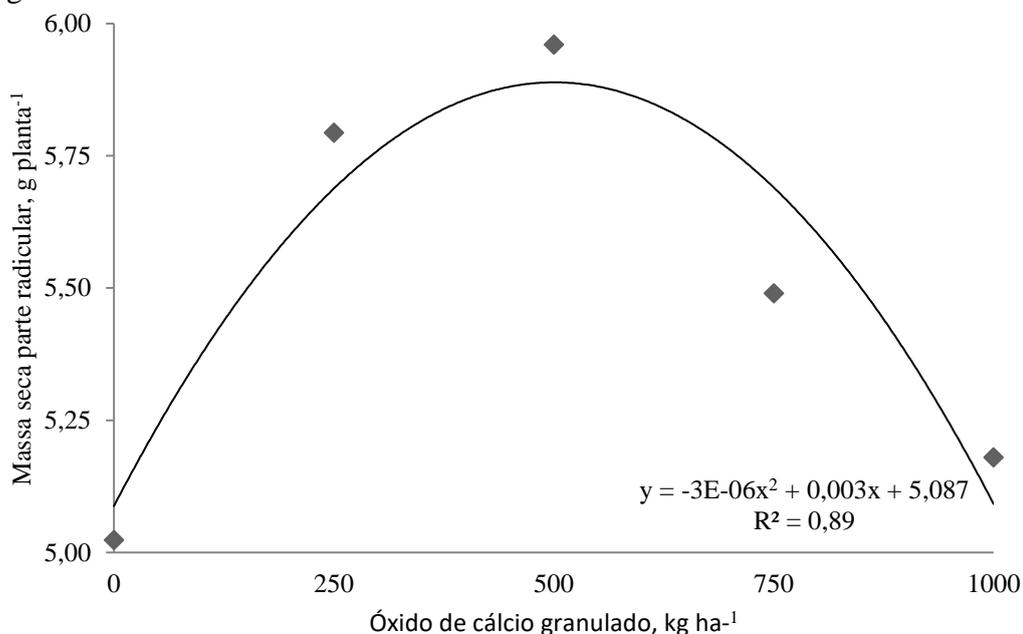


Fonte: OLIVEIRA, Y. E. C. (2023).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu uma resposta quadrática da produção de massa seca da parte radicular, da massa seca da parte aérea, da altura de plantas e índice de área foliar em função das doses de óxido de cálcio granulado utilizados (Gráfico 1, 2, 3 e 4). O solo utilizado apresentava teores de cálcio e magnésio inferior ao nível crítico (Tabela 1), o que resultou em uma baixa produção de massa seca da parte radicular e de produção de massa seca da parte aérea, menor estatura das plantas e menor índice de área foliar na testemunha, onde não foi adicionado o óxido de cálcio granulado.

Gráfico 1. Produção de massa seca da parte radicular da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado utilizadas

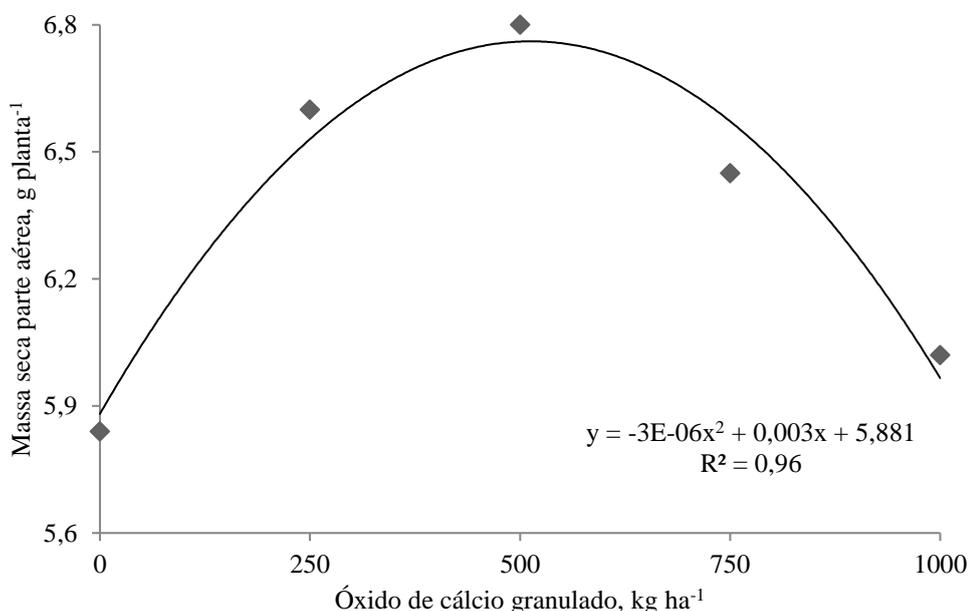


Fonte: OLIVEIRA, Y. E. C. (2023).

De acordo com Borket et al. (1994), a deficiência de cálcio é caracterizada pela redução de crescimento do tecido meristemático no caule, na folha e na ponta da raiz. A deficiência normalmente aparece primeiro nas folhas novas e nos pontos de crescimento (meristema apical), provavelmente como consequência da imobilidade do cálcio na planta. A emergência das folhas primárias da soja deficiente em cálcio é retardada, e quando as folhas emergem, elas já crescem deformadas (folhas encarquilhadas), já os sintomas de deficiência de magnésio são caracterizados inicialmente com uma cor verde-pálido nas bordas, passando após para uma

clorose marginal nas folhas mais velhas, e com o decorrer do tempo a clorose avança para dentro do limbo foliar, entre as nervuras. O amarelecimento começa pelas folhas basais e, com o aumento dos sintomas de deficiência, as folhas jovens também são atingidas (baixa produção de clorofila na planta). Entretanto, esses sintomas não foram observados até o estágio V6. De acordo com TAGLIAPIETRA et al. (2022) o acúmulo mais intenso de cálcio ocorre a partir do estágio V4 atingindo o seu ápice no estágio reprodutivo R5.

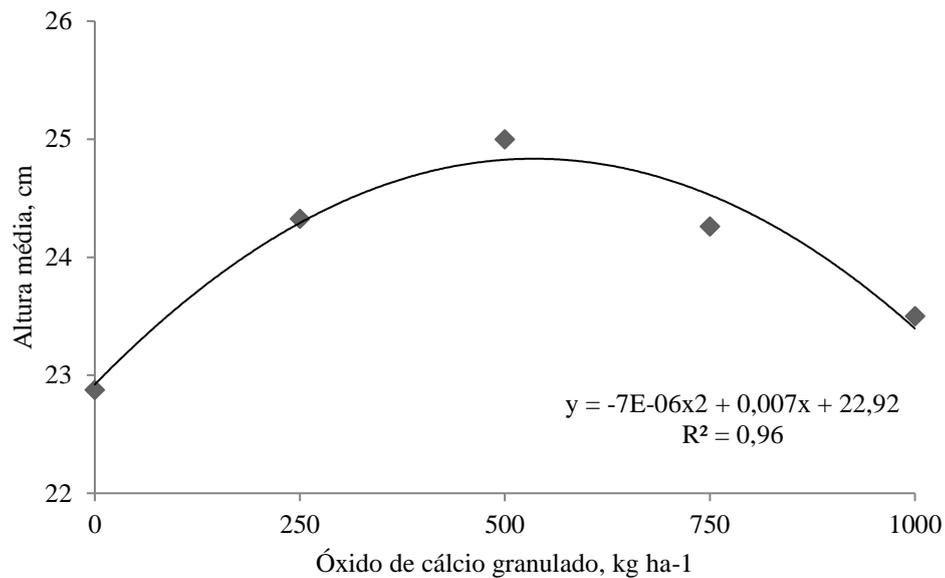
Gráfico 2. Produção de massa seca da parte aérea da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado utilizadas



Fonte: OLIVEIRA, Y. E. C. (2023).

A dose de máxima eficiência econômica observada na experimentação para a produção de massa seca da parte radicular, produção de massa seca da parte aérea, altura de plantas e índice de área foliar foram um pouco superiores no tratamento de 500 Kg ha⁻¹. De acordo com o fornecedor do óxido de cálcio granulado é recomendada uma dose de 1000 a 2000 kg ha⁻¹. Atualmente, o preço deste produto é de 1.400 R\$/t. Deve-se optar pelo corretivo ou melhorador de solo que tenha a melhor relação custo benefício ao produtor e que atinja os objetivos que se deseja, e que de acordo com a necessidade seria a correção mais rápida do solo e aumento dos teores de cálcio e magnésio em profundidade, o que estimularia o desenvolvimento radicular.

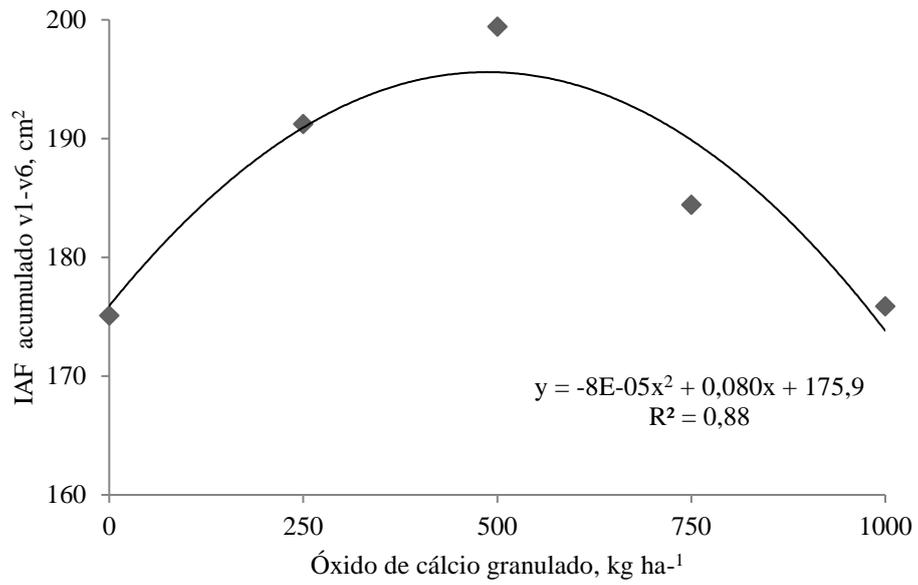
Gráfico 3. Altura da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado utilizadas



Fonte: OLIVEIRA, Y. E. C. (2023).

A partir da dose de máxima eficiência econômica, ocorreu uma queda na produção de massa seca da parte radicular, produção de massa seca da parte aérea, estatura das plantas e índice de área foliar. Isso pode ser ocasionado pela maior presença de cálcio e magnésio no solo oriundo das maiores doses de óxido de cálcio granulado utilizados (750 e 1000 kg ha⁻¹). Pode ter ocorrido competição do cálcio e do magnésio com o potássio nos sítios de absorção, podendo limitar a absorção deste e de outros nutrientes catiônicos. De acordo com Marschner (2012), o potássio compete com vários cátions pelos sítios de absorção na membrana plasmática, principalmente com NH₄⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺. Ernani et al. (2007), relata que a lixiviação de K aumenta com a adição de outros fertilizantes ao solo, como consequência do deslocamento do K das cargas negativas pelos cátions adicionados (ERNANI & BARBER, 1993; MANTOVANI et al., 2004; ERNANI et al., 2007). A aplicação de gesso agrícola também tem proporcionado lixiviação de K em alguns solos (RITCHEY et al. 1980; ERNANI et al. 1993) uma vez que o K é deslocado das cargas negativas pelo cálcio.

Gráfico 4. Área Foliar da soja em função das doses de óxido de cálcio granulado utilizadas



Fonte: OLIVEIRA, Y. E. C. (2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe resposta do cultivar de soja à utilização do óxido de cálcio granulado em Argissolo Vermelho, e que de acordo com estas condições experimentais, recomenda-se uma dose de 500 kg ha⁻¹, sendo esta de melhor resultado custo-benefício.

Existe a necessidade do aprofundamento da pesquisa para observar a influência do óxido de cálcio granulado nos componentes da produtividade da soja, no acúmulo de cálcio e magnésio em todas as fases de desenvolvimento, em diferentes texturas de solo e sua solubilidade e infiltração nas camadas do solo.

6. REFERÊNCIAS

BORKERT, C. M. et. al. Seja o doutor da sua soja. In: Informações Agronômicas, Piracicaba, n.66, 16p. Junho de 1994.

COLEMAN, N.T. & THOMAS, G.W. The basic chemistry of soil acidity. In: PEARSON, R.W. & ADAMS, F., eds. Soil acidity and liming. Madison, American Society of Agronomy, 1967. p.1-41.

CONAB. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>

ERNANI, P.R.; MIQUELLUTI, D.J.; FONTOURA, S.M.V.; KAMINSKI, J.; ALMEIDA, J.A. Downward movement of soil cations in highly weathered soils caused by addition of gypsum. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 37:571-586,2006 15

ERNANI, P.R. & BARBER, S. Composição da solução do solo e lixiviação de cátions afetadas pela aplicação de cloreto e sulfato de cálcio em um solo ácido. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:41-46, 1993 16

ERNANI, P.R.; MANTOVANI, A.; SANGOI, L.; SCHMITT, A.; SCHNEITZER, C. Lixiviação de nitrogênio a partir da ureia influenciada pelo pH do solo e pela adição de superfosfato triplo. In: FERTIBIO, 2004, Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CDROM 18 CHAVES, L.H.G.; LIBARDI, P.L. Lixiviação de potássio e cálcio mais magnésio influenciada pelo pH. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:145-148, 1995, 19

ERNANI, P.R.; MANTOVANI, A.; SCHEIDT, F.R.; NESI, C. Mobilidade de nutrientes em solos ácidos decorrentes da aplicação de cloreto de potássio e calcário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Ribeirão Preto, 2003. Resumos Expandidos. Ribeirão Preto, 2003. CD-ROM

ERNANI, P.R. Alterações em algumas características químicas da camada arável do solo pela aplicação de gesso agrícola sobre a superfície de campos nativos. *R. Bras. Ci. Solo*, 3: 241-245, 1986

KAMINSKI, J. et al. Acidez e calagem em solos do sul do Brasil: aspectos históricos e perspectivas futuras. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Eds.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 307- 332 p.

MANTOVANI, A.; ERNANI, P.R.; SANGOI, L.; MOTTER, F.; GRACIETTI, M.A. Mobilidade de nitrogênio num solo ácido decorrente da aplicação de fertilizantes nitrogenados e superfosfato triplo. In: FERTIBIO, 2004, Lages, 2004. Resumos. Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM 17

MARTIN et al. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024 . Santa Maria: Editora GR, 2022.

MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; BATAGLIA, O.C.; BULISANI, E.A.; FEITOSA, C.T. & HIROCE, R. Efeito do corretivo sobre soja cultivada em solo de cerrado contendo Al e Mn. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. Anais. Londrina, EMBRAPACNPSO, 1982. p.567-573.

MASCARENHAS, H.A.A.; GALLO, J.R.; RAIJ, B. van; IGUE, T. & BATAGLIA, O.C. Efeitos da calagem nas características químicas do solo e na nutrição de soja em Latossolo Roxo distrófico. *Bragantia*, 35:273-278, 1976

MEURER, E. J. Fundamentos da química do solo. Ed. Porto Alegre: Evangraf, 5ªed. 280p. 2012.

NOVAIS, R. F.; et al. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

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. Agropec. Bras.*, 28:375-383, 1993.

RAIJ, B. van. Acidez e calagem. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 37-68.

RAIJ, B. van; CAMARGO, A.P.; MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R.; FEITOSA, C.T.; NERY, C. & LAUN, C.R.P. Efeito de níveis de calagem na produção de soja em solo de cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, 1:28-31, 1977.

RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savannah Oxisol. *Agron. J.*, 72:40-44, 1980 12

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

TAGLIAPIETRA et al. Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades. 2. Ed. Santa Maria, 2022.

USDA. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>