

EFEITO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA

Felipe Meotti de Avila¹
João Marcos Mamoré de França¹
Marcos Vinicius Silva Cruz¹
Debora Curado Jardim²

RESUMO

A baixa eficiência dos fertilizantes fosfatados solúveis esta associada a complexa dinâmica do fósforo em solos tropicais, especialmente por serem solos altamente intemperizados, ácidos e com alta capacidade de fixação de P, reduzindo dessa forma a sua disponibilidade para as plantas, pois a competição entre ânions com íons fosfatados pelos sítios de adsorção dos coloides do solo. Desta forma, vêm sendo desenvolvidos estudos no intuito de minimizar os problemas de adsorção de P nos solos tropicais. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do silicato de cálcio e magnésio na disponibilidade de fósforo em um Latossolo de textura argilosa e parâmetros morfológicos e produtivos da cultura da soja, local do experimento fazenda mãe teresa III. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo cinco tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio) e quatro repetições. Foram avaliados. O teor de P foliar e no solo, altura de inserção da primeira vagem - AIPV (cm), número de vagens por planta – NVPP, produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 100 grãos (g). Os resultados obtidos foram significativo para Disponibilidade de fósforo no solo, AIPV, NVPP e Produtividade, no entanto, não significativo para peso de 100 grãos. Concluindo que o teor de fósforo foliar e o peso de 100 grãos não foram influenciados pelas doses de silicato de cálcio e magnésio. As doses de silicato de cálcio e magnésio proporcionaram aumentos significativos no teor de fósforo no solo, na altura de inserção da primeira vagem, no número de vagens por planta e na produtividade da soja. Com base nos dados obtidos a melhor dose foi a de 100kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio em relação as características avaliadas.

Palavra-Chave: Silicatagem, Fósforo Disponível, Produtividade.

¹Felipe Meotti de Avila. Discentes do curso de Agronomia do Univag Centro Universitário. felipe_meotti@hotmail.com

¹João Marcos Mamoré de França. Discentes do curso de Agronomia do Univag Centro Universitário. Marcos_mamore@hotmail.com

¹Marcos Vinicius Silva Cruz. Discentes do curso de Agronomia do Univag Centro Universitário. marcos1cruz@outlook.com

²Debora Curado Jardim. Docente do curso de Agronomia do Univag Centro Universitário. debora_jar@hotmail.com

EFFECT OF CALCIUM AND MAGNESIUM SILICATE ON PHOSPHORUS AVAILABILITY AND AGRICULTURAL CHARACTERISTICS OF SOY

ABSTRACT

The low efficiency of soluble phosphate fertilizers is associated with complex phosphorus dynamics in tropical soils, especially because they are highly weathered soils, acids and with high P fixation capacity, thus reducing their availability to plants, because the competition between anions with phosphate ions by the adsorption sites of soil colloids. Thus, studies have been developed in order to minimize p adsorption problems in tropical soils. In this context, the present work aimed to evaluate the effect of calcium and magnesium silicate on phosphorus availability in a clayey texture latosol and morphological and productive parameters of soybean crop, site of the mother teresa III farm experiment. A randomized block design (DBC) was used, containing five treatments (0, 50, 100, 150 and 200kg ha⁻¹ of calcium and magnesium silicate) and four replications. They were evaluated. Leaf and soil P content, insertion height of the first pod - AIPV (cm), number of pods per plant - NVPP, productivity (kg ha⁻¹) and weight of 100 grains (g). The results obtained were significant for phosphorus availability in the soil, AIPV, NVPP and Productivity, however, not significant for weight of 100 grains. Concluding that leaf phosphorus content and weight of 100 grains were not influenced by calcium and magnesium silicate doses. The doses of calcium silicate and magnesium provided significant increases in phosphorus content in the soil, at the time of insertion of the first pod, in the number of pods per plant and in soybean yield. Based on the data obtained, the best dose was 100kg ha⁻¹ of calcium silicate and magnesium in relation to the evaluated characteristics.

Keywords: Silicate, Phosphorus Available, Productivity.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*) tem grande importância econômica no Brasil que é um dos maiores produtores mundiais, a oleaginosa pode ser utilizada de diversas formas como, na fabricação de ração, consumo humano, biocombustível e outras finalidades (SEDIYAMA et al., 2015). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, atrás apenas dos EUA. Na safra 2018/19, a cultura ocupou uma área de 35,65 milhões de hectares, o que totalizou uma estimativa de produção de 114,8 milhões de toneladas e, produtividade média de 3.346 kg ha⁻¹. Sendo o Mato Grosso se destacando como maior produtor de Soja do Brasil (EMBRAPA, 2019).

Dentre os fatores que proporcionaram a maior produtividade da cultura no Brasil está a correção da acidez dos solos, assim como, a adubação fosfatada. O fósforo (P) é um elemento crucial no metabolismo das plantas, desempenhando

papel importante na transferência de energia, na respiração e fotossíntese, além de ser componente estrutural garantindo estabilidade à membrana plasmática das células, logo, sua restrição pode resultar em menor crescimento e desenvolvimento das plantas (FERNANDES, 2006).

Contudo, em solos tropicais o P oriundo da adubação, na sua maior parte, fica indisponível às plantas, devido a elevada capacidade de adsorção do nutriente às partículas de argila, óxidos de ferro e alumínio pelos processos de precipitação e adsorção do solo (SOUZA et al., 2003). Segundo Lourenzi, et al. (2014), a baixa eficiência dos fertilizantes fosfatados solúveis está associada a complexa dinâmica do P em solos tropicais, especialmente por serem solos altamente intemperizados, ácidos e com alta capacidade de fixação de P, reduzindo dessa forma a sua disponibilidade para as plantas (MALAVOLTA, 1980).

Dessa forma, estudos relacionados à competição entre ânions com íons fosfatados pelos sítios de adsorção dos coloides do solo, vêm sendo desenvolvidos no intuito de minimizar os problemas de adsorção de P nos solos tropicais (ANDRADE, et al. 2003). Segundo Leite (1997), o fósforo e o silício competem entre si pelos mesmos sítios de adsorção, ou seja, o silício pode deslocar o fósforo previamente adsorvido, e vice-versa das superfícies dos coloides do solo.

Almeida, et al. (2017), avaliando a influência da aplicação de silício sobre a disponibilidade de fósforo no crescimento e no desenvolvimento de mudas de café, verificaram que a adubação com silício antes da adubação fosfatada aumenta a disponibilidade de fósforo no solo e nos tecidos vegetais das mudas e, conseqüentemente, promovem maior desenvolvimento das características importantes para o estabelecimento e crescimento inicial de mudas de cafeeiro.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do silicato de cálcio e magnésio na disponibilidade de fósforo em um Latossolo de textura argilosa e parâmetros morfológicos e produtivos da cultura da soja.

2 MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado na fazenda mãe Teresa III, localizada na comunidade Novo Horizonte no município de Nova Mutum, Latitude: -13530430 Longitude:-56041192, estado de Mato Grosso, no período de outubro de 2019 a janeiro de 2020.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos sendo eles, doses de silicato de cálcio e magnésio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. As parcelas tinham dimensões de 12 x 250 m, totalizando 3.000 m² cada parcela. Os teores CaO, MgO e SiO no corretivo são: 36 – 40% CaO, 6 – 9% MgO, 22% SiO.

Primeiramente foi realizada a amostragem de solo antes da instalação do experimento, para realização da análise química, na camada 0-20 cm. Para isso, coletou-se 20 sub-amostras para compor uma amostra composta, sendo essa encaminhada para laboratório. O resultado da análise química do solo está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo antes da implantação do experimento na camada de 0 a 20 cm.

Prof. (cm)	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H + Al cmol dm ⁻³	SB	CTC	V %	m %	M.O dag kg ⁻¹
0 - 20	6,5	8,3	0,12	4,1	1	0	2	5,22	7,22	72	0	2,8

Para a aplicação do silicato foi realizado a regulagem e calibragem do implemento para a distribuição de acordo com cada dosagem. Baseado no resultado da análise química do solo foi realizada a seguinte adubação: 300 kg ha⁻¹ de 00-23-00 na linha de plantio e 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCL) a lanço.

A semeadura foi realizada utilizando-se a variedade FT4280 INTACTA, com uso de uma semeadora de 30 linhas com espaçamento de 0,45 cm, totalizando em um stand de 10 plantas por metro linear. O manejo de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados de acordo com o monitoramento da área.

As avaliações realizadas foram: teor de P foliar (g kg⁻¹) e no solo (mg dm⁻³); altura de inserção da primeira vagem (AIPV) (cm); número de vagens por planta (NVPP); produtividade (kg ha⁻¹) e peso de 100 grãos (gramas).

O teor de P foliar foi obtido a partir da amostragem foliar realizado no estágio reprodutivo (início do florescimento – R1). Para isso, foram coletadas 30 folhas por parcela, sendo retirado o 3º trifólio com pecíolo da haste principal e, em seguida, foi devidamente acondicionado e encaminhando para análise laboratorial para realização da análise química (MALAVOLTA, 1989).

A segunda amostragem de solo foi realizada após a colheita do experimento, sendo coletados 15 sub-amostras simples na profundidade de 0 a 20 cm, por parcela, para obtenção de uma amostra composta, em seguida, encaminhadas para o laboratório para análise química.

No estágio de maturação fisiológica dos grãos foi realizada a colheita para avaliação das seguintes características das plantas: altura de inserção da primeira vagem - AIPV (cm), número de vagens por planta – NVPP, produtividade (kg ha^{-1}) e peso de 100 grãos (g).

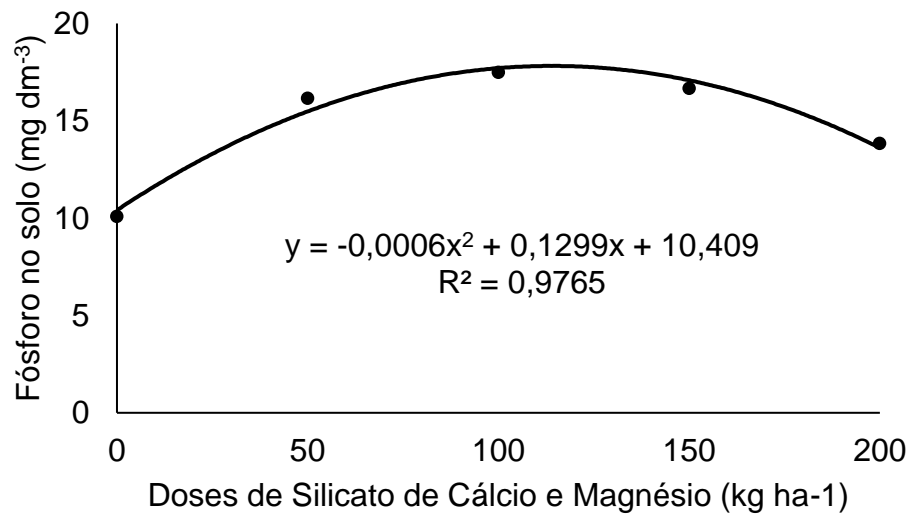
A AIPV foi determinada no estágio de maturação fisiológica dos grãos sendo obtida por meio da distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira vagem na haste principal, sendo avaliadas 20 plantas ao acaso por parcela, assim como o NVPP. A produtividade foi obtida pela colheita das vagens da área útil da parcela que foi de 8 x 150 m, totalizando 1200m², coletando 20 plantas por parcela, seguida da debulha manual dos grãos e a pesagem dos grãos para obtenção da massa de grãos. Posteriormente, foi determinada a umidade dos grãos, por meio de um medidor de bancada G800 da Gehaka Agri a fim de corrigir a umidade dos grãos para 13%, em seguida, extrapolados para (kg ha^{-1}). O peso de 100 grãos foi obtido através da massa de grãos com umidade corrigida para 13%, em triplicata.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para as doses de silicato de cálcio e magnésio nos teores de P foliar. No entanto, para os teores de P no solo, as doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio proporcionaram uma resposta quadrática na disponibilidade de P no solo, sendo que, a dose que proporcionou maior disponibilidade foi a de 100 kg ha^{-1} , havendo um decréscimo a partir dessa dosagem (Figura 1).

Figura 1. Fósforo disponível em um Latossolo de textura argilosa em função de doses de silicato de Cálcio e Magnésio.



O aumento na disponibilidade de P no solo até a dose de 100 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio deve-se à saturação dos sítios de adsorção de fósforo pelo ânion silicato, deslocando-o para a solução do solo (Pereira, 2008). Já o decréscimo na disponibilidade de P nas doses superiores a 100 kg ha⁻¹ pode estar relacionado às reações de precipitação (retrogradação) do P com Ca na solução do solo. Isso pode ser observado na Tabela 2 onde, tanto os teores de P e Ca estão inferiores nas dosagens superiores a 100 kg ha⁻¹. (Queiroz, 2006).

Tabela 2. Análise química do solo amostrado da área experimental na camada de 0 a 20 cm.

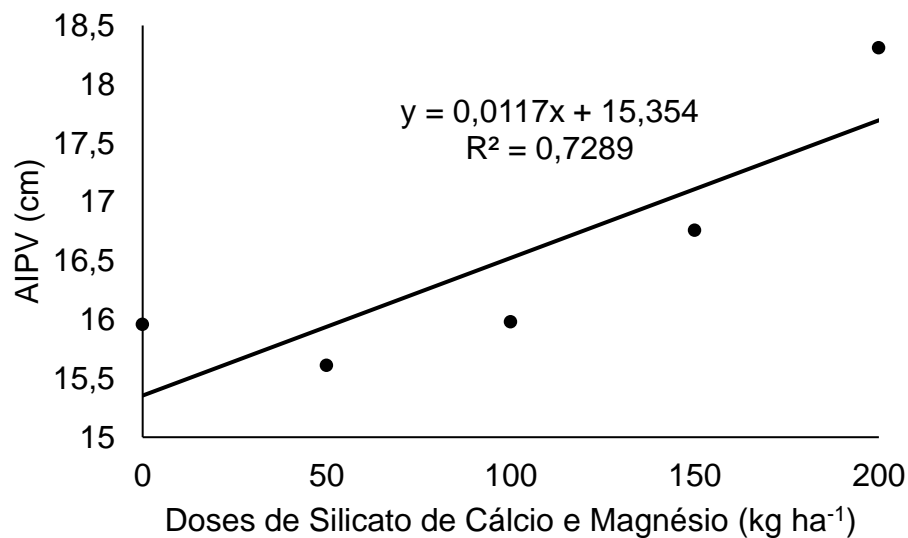
Doses de silicato kg ha ⁻¹	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC	V	m	M.O
	H ₂ O	mg.dm ⁻³				cmol dm ⁻³				%		dag kg ⁻¹
0	6,6	12,3	0,14	4,7	1,40	0	1,80	6,24	8,04	78,0	0	3,0
50	6,5	16,1	0,23	4,7	1,37	0	1,80	6,30	8,10	78,0	0	2,8
100	6,5	17,5	0,24	4,8	1,32	0	2,05	6,37	8,42	75,5	0	2,9
150	6,3	16,6	0,22	4,3	1,20	0	2,15	5,67	7,82	72,7	0	2,7
200	6,4	13,8	0,22	4,2	1,17	0	2,17	5,60	7,77	72,0	0	2,6

Queiroz (2006), avaliando a interação do silicato de Ca e Mg granulado em mistura com adubos fosfatados solúveis verificou que, houve um decréscimo na disponibilidade de P no solo, após 120 dias de incubação com silicato de Ca e Mg

na dosagem superior a 100 kg ha^{-1} . No entanto, não verificaram reações de Segundo Cessa et al. (2011), a aplicação do silicato visa a melhor disponibilidade de P no solo, porém depende da mineralogia da fração argila, assim como sua atividade no solo, deslocando ou sendo deslocado por P nos sítios de cargas.

As doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio proporcionaram uma resposta linear na AIPV, sendo que, a dose que proporcionou maior AIPV foi a de 200 kg ha^{-1} (Figura 2).

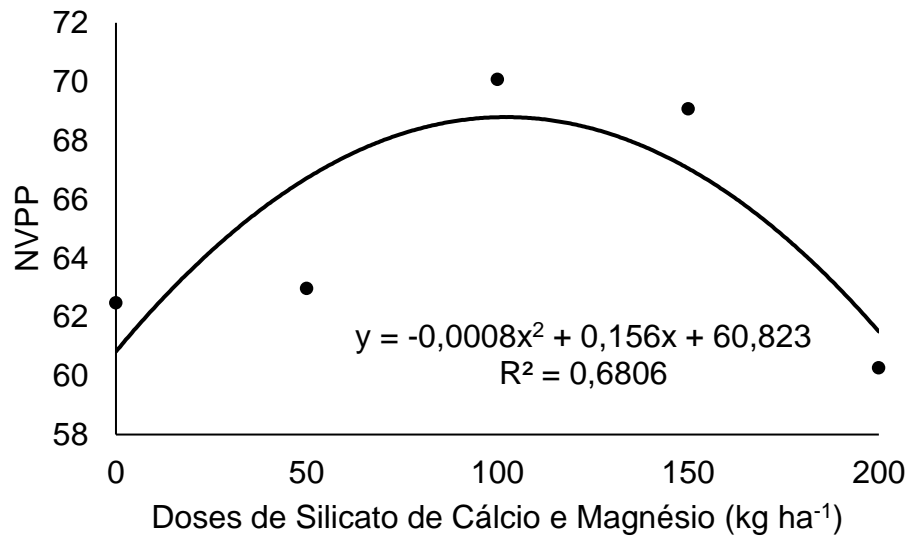
Figura 2. Altura da inserção da primeira vagem em função de doses de Silicato de Cálcio e Magnésio.



A AIPV obtida está dentro dos padrões normais para a colheita mecanizada, independente das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicados no solo, uma vez que, para que se tenha máxima eficiência durante o processo de colheita e, conseqüentemente, melhor rendimento da cultura, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 15 cm (Guimarães, 2006).

As doses de Silicato de cálcio e magnésio proporcionaram um resposta significativa para Quadratica na NVPP, a dose que apresentou melhor resposta a NVPP foi 100 kg ha⁻¹, e a partir a dose de 150 kg ha⁻¹ houve um decréscimo (Figura 3).

Figura 3. Número de vagens por planta em relação às doses de silicato de Cálcio e Magnésio.

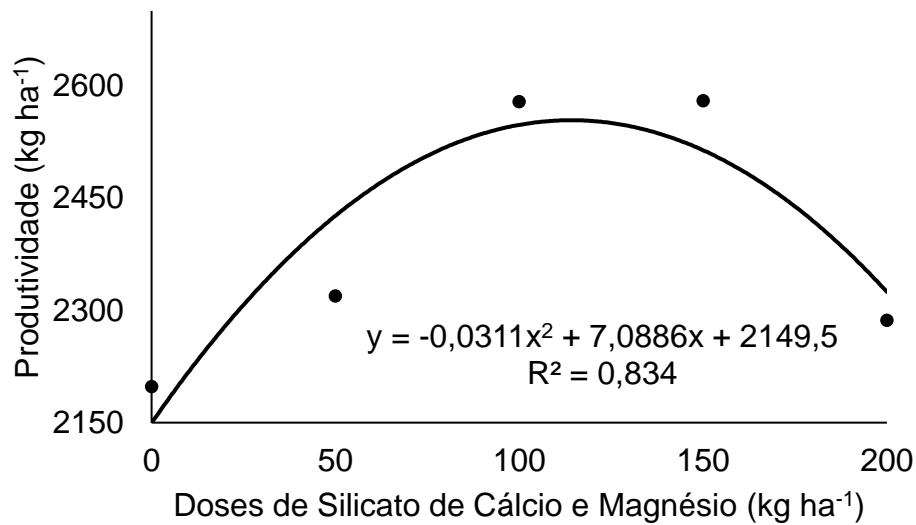


Pereira Júnior (2008), avaliando doses de silício (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500 kg ha⁻¹) na produtividade de soja e suas características agrônômicas verificou um aumento significativo a partir da dose de 200 kg ha⁻¹, com uma variação de 39 a 75 no número de vagens por planta. No entanto, mesmo havendo aumento no NVPP não houve incremento na produtividade da soja.

Coelho, et al. (2019), avaliando a influência do silicato de cálcio e magnésio no crescimento e na produtividade de duas cultivares de soja verificaram que não houve efeito das doses de silicato de cálcio e magnésio sobre a variável número de vagens por planta.

As doses de silicato de cálcio e magnésio proporcionaram um aumento significativo para Quadratica, a dose que teve maior resposta em aumento de produtividade foi a de 150 kg ha⁻¹, no entanto, a partir desta dose houve um decréscimo (Figura 4).

Figura 4. Produtividade em relação as doses de silicato de Cálcio e Magnésio.



Esse resultado é consequência da redução no teor de fósforo disponível na solução do solo a partir da dosagem de 100 kg ha⁻¹, sendo que, este fator reflete diretamente na produtividade da cultura. Uma vez que, o P é um elemento essencial para as plantas, pois atua no armazenamento e transferência de energia, absorção iônica, fotossíntese, síntese de proteínas, multiplicação e divisão das células e na fixação biológica do nitrogênio e, conseqüentemente afeta diretamente no crescimento das raízes que é fundamental para absorção dos nutrientes e de água (Queiroz, 2006).

As variações na produtividade obtida em função das doses aplicadas de silicato de cálcio e magnésio foram de 37; 39; 43; 43 e 38 sc ha⁻¹, respectivamente. Produtividades essas que ficaram inferiores à média nacional (54 sc ha⁻¹ ou 3.206 kg ha⁻¹) e estadual (56 sc ha⁻¹ ou 3.346 kg ha⁻¹) (EMBRAPA SOJA, 2019). Desta forma, embora a aplicação de silicato de cálcio e magnésio tenha influenciado nas características morfológicas e produtivas da cultura, talvez a sua aplicação nas condições em que o experimento foi desenvolvido, principalmente, em função das propriedades químicas do solo, foi vantajoso realizar a sua aplicação, pois houve um aumento em relação a produtividade.

Não houve efeito significativo para o peso de 100 grãos em função das doses de silicato de cálcio e magnésio aplicadas. Resultado semelhante foi obtido por Pereira Júnior (2008) avaliando a influência de doses de silício na produtividade de soja e suas características agrônômicas onde verificaram efeito não significativo no peso de mil grãos.

4 CONCLUSÃO

O teor de fósforo foliar e o peso de 100 grãos não foram influenciados pelas doses de silicato de cálcio e magnésio.

As doses de silicato de cálcio e magnésio proporcionaram aumentos significativos no teor de fósforo no solo, na altura de inserção da primeira vagem, no número de vagens por planta e na produtividade da soja.

Com base nos dados obtidos a melhor dose foi a de 100kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio em relação as características avaliadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, et al. **Silício e Disponibilidade de Fósforo no Crescimento e Desenvolvimento de Mudas de Café**. Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.26, n.2, p.123-131, 2017.

ANDRADE, et al. (2003) - **Adição de Ácidos Orgânicos e Húmicos em Latossolos e Adsorção de Fosfato**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27, 6: 1003-1011.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CESSA, et al. **Absorção de fósforo e crescimento do Sorgo em função da aplicação de silício e fósforo em Latossolo Vermelho distroférico** - Universidade Federal da Grande Dourados-MS. Rev. de Ciências Agrárias v.34 n.1 Lisboa jan./jun. 2011

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – **Boletim de Safra de Grãos**. (safra 2019/2020). Disponível em <conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em 22/06/2020.

COELHO, et al. **Crescimento e produtividade de dois cultivares de soja em função de doses de silício**. Revista de Agricultura Neotropical, v. 6, n. 3, p. 60-65, 2019.

EMBRAPA Soja em Números (safra 2018/2019), Mato Grosso, junho de 2019. Disponível em <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em 29/06/2020.

EMBRAPA agencia de informação EMBRAPA bioma do cerrado, LATOSSOLOS, setembro de 2000, Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br//Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html> Acesso em 17/06/2020.

EMBRAPA SOJA. Soja em números (safra 2018/19) Disponível em <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> acesso em: 03/07/20.

FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. VIÇOSA, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.

LEITE, P.C. da (1997) - **Interação Silício – Fósforo em Latossolo Roxo Cultivado com Sorgo em Casa de Vegetação**. Dissertação de doutoramento, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 87 p.

LOURENZI, et al. **Available content, surface runoff and leaching of phosphorus forms in a typic Hapludalf treated with organic and mineral nutrient sources**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, p.544-556, 2014.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 254p.

MALAVOLTA, et al. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Perspectivas**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

OLIVEIRA, S, et al., **Tratamento de Semente de Soja com Silício: Efeitos na Qualidade Fisiológica e nas Características Agronômicas**. UFPel. Campus Universitário. Volume 8 - n°2, p. 215 – 230 Abril a Junho de 2015.

PRATO e FERNANDES. **Efeito da Escória de Siderurgia e Salcário na Disponibilidade de Fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo Cultivado com Cana-de-açúcar**. Ituverava, SP. Pesq. agropec. bras. vol.36 no.9 Brasília Sept. 2001.

PEREIRA, **Doses de silício na produtividade de soja e suas características agronômicas**. 2008. 37 f. Dissertação em fitotecnia para obtenção de título de mestre. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2008.

PEREIRA JUNIOR et al., **Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agronômicas da soja [Glycine max (L.) Merrill]**. Ciência e Agrotecnologia, 34(4), 908-913. 2010.

QUEIROZ. **Interação do Silicato de Cálcio e Magnésio Granulado em Mistura com Adubos Fosfatados Solúveis**. Dissertação Universidade Federal de Uberlândia. 2006.

SEDIYAMA, T., SILVA, F., BOREM, A. **Soja do Plantio à colheita**. Viçosa: 2015.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Adubação Fosfatada em Solos da Região do Cerrado**. Potafós (Informações Agronômicas n.102), 2003.