

Uso de fertilizantes enriquecidos com cálcio no sulco de semeadura da cultura da soja

Jéssica Zanelatto Barbosa^{1*}; Augustinho Borsoi¹; Rafael Lauer Lievore², Dandara Maria Peres¹, Felipe Vilmor Mantovani¹.

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

² Engenheiro Agrônomo, Cascavel, Paraná

* jessica.zanelatto@hotmail.com

Resumo: O objetivo com este trabalho avaliar a eficiência de fertilizantes a base de cálcio na produtividade e características agrônômicas da soja, levando em conta a grande utilização destes produtos na atualidade. O trabalho foi realizado na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG, Cascavel/PR, entre os meses de outubro de 2019 a fevereiro de 2020, com a cultivar NS6909IPRO. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com 5 tratamentos, sendo: T1- Calcário granulado 1 (fertilizante mineral misto, 34,0 % de CaO, 2 % de Si); T2- Calcário de concha (CaO 49,0 %, MgO 0,05 %, PRNT 71,44 %); T3- Calcário granulado 2 (fertilizante mineral misto, CaO 48,0 %, MgO 2,5 %), T4- Calcário granulado 3 Caltim+S® (fertilizante mineral misto, 40,0 % CaO, 5 % S); T5- Testemunha, com 5 repetições. Foram avaliados os parâmetros contagem do estande final, a altura de plantas, número de vagens e o número de grãos por vagens. Não foi observado diferença estatística significativa entre os tratamentos para as variáveis analisadas. A de produtividade média foi de 3.814,73 kg ha⁻¹ e a MMG de 157,99 g. A aplicação de fertilizantes a base de cálcio na forma granulada via sulco de semeadura não influenciou significativamente a produtividade e nas características agrônômicas da cultura da soja, nas condições estudadas.

Palavras-chave: *Glycine max*; Produtividade; Fertilidade do solo.

Use of fertilizers enriched with calcium in the sowing furrow of the soybean crop

Abstract: The objective of this work is to evaluate the efficiency of calcium-based fertilizers in soybean yield and agronomic characteristics, considering the great use of these products today. The work was carried out at fazenda Escola do Centro Universitário FAG, Cascavel/PR, between October 2019 and February 2020, with the cultivar NS6909IPRO. The experimental design used was randomized blocks with 5 treatments: T1- Granulated limestone 1 (mixed mineral fertilizer, 34.0 % Of CaO, 2 % of Si); T2- Shell limestone (CaO 49.0 %, MgO 0.05 %, PRNT 71.44 %); T3- Granulated limestone 2 (mixed mineral fertilizer, CaO 48.0 %, MgO 2.5 %), T4- Granulated limestone 3 Caltim+S® (mixed mineral fertilizer, 40.0 % CaO, 5 % S); T5- Witness, with 5 repetitions. The parameters count of the final stand, plant height, number of pods and number of grains per pod were evaluated. There was no statistically significant difference between treatments for the variables analyzed. The average yield was 3,814.73 kg ha⁻¹ and the MMG was 157.99 g. The application of calcium-based fertilizers in the granulated form via sowing furwet did not significantly influence the productivity and agronomic characteristics of soybean crop under the conditions studied.

Keywords: *Glycine max*; Productivity; Soil fertility.

Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma cultura de grande importância econômica no mundo todo, através dela pode-se obter muitos subprodutos tanto para alimentação humana como para animais. Originária da China, permaneceu como curiosidade botânica por anos, na década de 1970 teve sua expansão no Brasil e hoje vem sendo cultivada em todo país (MANDARINO, 2017).

Alguns fatores limitantes tem sido observados quando se trata de cultivo agrícola, sendo um deles a acidez do solo que em resumo é a queda drástica do pH pela liberação de íons de hidrogênio (H^+) na solução do solo (CAIRES e JORIS, 2016). Esta pode ser natural ou simplesmente pelos cultivos adotados, em solos tropicais se encontra também a problemática do alumínio (Al^{3+}) um cátion que compete fortemente pela capacidade de troca catiônica (CTC) do solo sendo um empecilho para as culturas, porventura seus efeitos tóxicos as plantas são muitos severos, principalmente quando se trata de crescimento de raiz ou até mesmo, indisponibilizando outros nutrientes, como por exemplo o Fósforo (CUSTÓDIO *et al.*, 2002).

Para redução dos efeitos negativos causados pelo baixo pH, tem-se encontrado alternativas, sendo uma delas o uso de calcário como corretivo de solo, a calagem é comumente utilizada para manter um solo mais adequado e que proporcione a disponibilidade dos nutrientes para a planta. Essa técnica reduz rapidamente os efeitos ácidos na superfície, entretanto pode levar maior tempo para que os benefícios possam chegar a maiores profundidades, tendo em vista a baixa mobilidade do Cálcio no solo (COSTA *et al.*, 2016). Uma saída para disponibilizar Cálcio em profundidade seria o Gesso agrícola, subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, por outro lado ele não é registrado como corretivo de solo e sim como condicionador, levando em consideração seus benefícios (ALMEIDA, 2016).

A calagem visa o retorno econômico por meio da utilização dos corretivos, que sejam eficientes e tragam benefícios para o solo e para a produtividade. Devido a problemas de logística e posteriormente na aplicação destes corretivos, tem surgido no mercado produtos que prometem corrigir acidez do solo tanto em superfície quanto em profundidade, compostos por carbonatos, silicatos, óxidos de Mg e Ca associados ou não ao sulfato de cálcio (gesso agrícola), em forma granulada trazendo uma série de facilidades para os produtores, como logística, manuseio e distribuição. A maioria destes produtos são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como fertilizantes mistos ou simples dependendo de sua composição, no entanto tem sido utilizado já que possuem em sua composição corretivos de solo como alternativas em substituição do calcário e gesso agrícola (CAIRES e JORIS, 2016).

Em virtude do que foi mencionado, ainda convém lembrar sobre a solubilidade destes produtos, a granulometria desses materiais é também considerada um ponto limitante e fundamental para melhorar os resultados no manejo de correção de acidez do solo. Para isso é de suma importância levar em consideração o tamanho das partículas, que por sua vez quanto mais fino o corretivo, mais rápido e eficiente será sua reação (GONÇALVES, 2011).

Além disso o uso destes produtos é recomendado em menores quantidades, devido ao seu alto custo para peletização ou granulação e promete aumentar a produtividade das culturas disponibilizando nutrientes a mais do que o normalmente empregado nas lavouras (CASSOL e ZANÃO, 2018)

Levando-se em conta os dados apresentados e a alta utilização destes produtos na atualidade, este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de fertilizantes a base de cálcio na produtividade e características agronômicas da soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 na fazenda escola do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, localizada em Cascavel - PR, com as coordenadas geográficas 24°56'28.9"S 53°30'41.7"W e altitude média de 710 m.

Segundo Nitsche *et al.* (2019) é um clima subtropical mesotérmico super úmido (Cfa), com precipitação anual de 1400 mm e temperatura média de 19 °C. O solo predominante da região é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico de acordo com Embrapa (2018). O solo na área comercial da fazenda vem sendo cultivado em sistema de plantio direto, sendo a cultura anterior o trigo e no ano anterior ao experimento havia sido realizada a calagem pelo método da saturação de bases que é usado no estado do Paraná.

Para início do experimento foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um trado holandês, executando a coleta em dez pontos e posteriormente fazendo a homogeneização, a análise de solo obtida teve por objetivo proceder com o cálculo para adubação correta do solo e os dados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm.

Prof.	pH	C	K	Ca	Mg	Al	H+Al	T	P	V%
cm	(CaCl ₂)	g dm ⁻³	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	-----	mg dm ⁻³	%
0-20	5,00	29,13	0,42	8,73	2,05	0,00	6,21	17,41	10,65	68

Fonte: Os autores, 2020.

Extrator Mehlich 1: K – P. Extrator KCl: Ca - Mg – Al. Extrator Dicromato de sódio: Carbono.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos (Tabela 2), com cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída de cinco linhas de semeadura com comprimento de 5 m e espaçamento entre linhas de 0,45 m.

Tabela 2. Descrição dos fertilizantes utilizados na semeadura da soja.

Tratamentos	
T1	Calcário granulado 1 (fertilizante mineral misto, 34,0% de CaO, 2% de Si)
T2	Calcário de concha (CaO 49,0%, MgO 0,05%, PRNT 71,44%)
T3	Calcário granulado 2 (fertilizante mineral misto, CaO 48,0%, MgO 2,5%)
T4	Calcário granulado 3 Caltim+S® (fertilizante mineral misto, 40,0% CaO, 5% S)
T5	Testemunha

Fonte: autores, 2020.

Os fertilizantes foram misturados manualmente ao superfosfato simples – SP (18% de P_2O_5 , 16% Ca e 8% S), numa proporção de 2 para 1 (1750 g de SP, 583 g do fertilizante), a dosagem adotada foi de 350 kg ha^{-1} (233,33 kg de SP e 116,67 kg do fertilizante a base de Ca), seguindo análise de solo, sendo distribuídos manualmente na linha de plantio, onde primeiramente foi aberto o sulco utilizando semeadora de parcelas, em seguida com auxílio de enxada aberto o sulco e depositado o fertilizante, após coberto e depositado a semente, recobrando em seguida.

A cultivar utilizada foi NS 6909 IPRO e sua semeadura foi realizado manualmente deixando duas sementes por cova, somente as linhas foram riscadas com uma semeadora de parcelas. Após 15 dias foi realizado o raleio das plântulas para evitar a competição entre elas, mantendo $12 \text{ plantas m}^{-1}$, população de $266.666,67 \text{ pl ha}^{-1}$. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura da soja.

Os parâmetros avaliados foram a contagem do estande final em 2 linhas centrais de 2 m, a altura de planta em 10 plantas por parcela, d base até o ápice do ramo central. No momento da colheita foram contados o número de vagens em 10 plantas e o número de grãos por vagens em 10 vagens de cada uma das 10 plantas. Para avaliar a produtividade foi colhido as 3 linhas centrais de cada parcela, trilhadas e pesadas. Desta massa de grãos foi retirado 4 amostras de

100 grãos em cada parcela para determinar a massa de mil grãos (MMG). Para produtividade e MMG mediu-se a umidade no momento da pesagem e corrigiu-se para 13 %.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnovv, atestada a normalidade foi realizada a análise da variância (ANOVA) e quando significativo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

A análise de variância não revelou diferenças estatísticas significativos para os componentes produtividade, massa de mil grãos, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, altura de plantas e estande final. Como pode ser observado da Tabela 3, para produtividade e MMG, não houve diferença entre os tratamentos, obtendo-se 3814,73 kg ha⁻¹ de produtividade e média de 157,99 g para MMG.

Tabela 3. Produtividade da soja e massa de mil sementes em função da aplicação de fertilizantes a base de cálcio.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)
T1	3981,33 a *	155,10 a *
T2	3908,89 a	158,98 a
T3	3719,00 a	155,70 a
T4	3979,98 a	160,60 a
T5	3484,44 a	159,59 a
CV%:	11,94	9,27
DMS:	891,15	28,10
p-valor	0,2396 ^{ns}	0,6378 ^{ns}

Fonte: Os autores, 2020.

T1- Calcário granulado 1 (fertilizante mineral misto, 34,0 % de CaO, 2 % de Si); T2- Calcário de concha (CaO 49,0 %, MgO 0,05 %, PRNT 71,44 %); T3- Calcário granulado 2 (fertilizante mineral misto, CaO 48,0 %, MgO 2,5 %), T4- Calcário granulado 3 Caltim+S[®] (fertilizante mineral misto, 40,0 % CaO, 5 % S); T5- Testemunha.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) coeficiente de variação; DMS diferença mínima significativa. ns: não significativo ao nível de 5 % de significância pelo teste F.

Na análise de solo que foi realizada antes da semeadura constava que o Ca no solo, o qual segundo o manual de adubação e calagem está num nível muito alto, deste modo já era esperada pouca resposta da aplicação de Ca no sulco, tendo em vista que a planta só utiliza o que é necessário para sua sobrevivência e reprodução (NEPAR-SBCS, 2019)

No experimento em questão o calcário foi aplicado no sulco na forma de fertilizante granulado, junto com a semeadura, não apresentando resultados significativos, isso pode ter ocorrido porque não houve tempo suficiente para o fertilizante a base de cálcio reagir totalmente

no solo, logo não disponibilizando o cálcio de forma adequada para planta (CAIRES e JORIS, 2016). O que difere dos dados obtidos por Nakagawa *et al* (1993) observaram aumento do número de grãos por vagens, quando aplicaram calcário em solo com $V = 22\%$ e 4 mmolc dm^{-3} de Ca na cultura do amendoim. O número de grãos por vagem é determinado no momento da fertilização.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios para número de vagens por planta que se obteve em média 58,9 vagens. Já para vagens com 1, 2, 3 e 4 grãos, também não foi verificado diferença estatística entre os tratamentos, observando-se em média 2,9 vagens com um grão, 13 vagens com dois grãos, 41,9 vagens com três grãos e 0,5 vagens com quatro grãos.

Tabela 4. Número de vagens por plantas e número de grãos por vagem em função da aplicação de fertilizantes a base de cálcio.

Tratamento	Nº de vagens planta ⁻¹	Vagens com um grão	Vagens com dois grãos	Vagens com três grãos	Vagens com quatro grãos
T1	61,4 a *	2,12 a *	13,88 a *	45,04 a *	0,20 a *
T2	56,44 a	3,04 a	11,96 a	42,52 a	0,48 a
T3	57,56 a	2,36 a	13,60 a	40,96 a	0,68 a
T4	61,84 a	3,88 a	14,72 a	39,18 a	0,56 a
T5	56,76 a	3,24 a	10,84 a	41,75 a	0,60 a
CV%:	15,41	53,26	26,10	19,62	103,31
DMS:	17,72	3,19	6,81	15,96	1,01
p-valor	0,6494 ^{ns}	0,5196 ^{ns}	0,5104 ^{ns}	0,6045 ^{ns}	0,7452 ^{ns}

Fonte: Os autores, 2020.

T1- Calcário granulado 1 (fertilizante mineral misto, 34,0 % de CaO, 2 % de Si); T2- Calcário de concha (CaO 49,0 %, MgO 0,05 %, PRNT 71,44 %); T3- Calcário granulado 2 (fertilizante mineral misto, CaO 48,0 %, MgO 2,5 %), T4- Calcário granulado 3 Caltim+S® (fertilizante mineral misto, 40,0 % CaO, 5 % S); T5- Testemunha.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV (%) coeficiente de variação; DMS diferença mínima significativa. ns: não significativo ao nível de 5 % de significância pelo teste F.

Para altura de plantas (Tabela 5) foi observado média de 106,92 cm. O estande final se situou ao redor de doze plantas por metro, estande dentro do que está recomendado para a cultivar utilizada para expressar o maior desempenho da cultura, e um fator também importante para que os tratamentos pudessem expressar seus efeitos.

Um dos fatores que podem ter levado a não diferença significativa na produtividade foi que, já havia sido feito a correção com calcário convencional no ano anterior e o V% (parâmetro utilizado para determinação de calagem) encontrava-se em 68% indicando deste modo que para a cultura da soja não era necessária a aplicação de corretivos (NEPAR-SBCS, 2019)

Para que ocorra uma ideal disponibilidade dos macronutrientes para as plantas, é desejável níveis de pH em CaCl₂ entre 4,9 e 5,5 sendo que valores abaixo ou acima desse intervalo podem interferir significativamente na disponibilidade dos nutrientes e influenciar a

produtividade (CASSOL e ZANÃO, 2018). O pH do solo se encontrava dentro dos valores que estão preconizados para que haja uma disponibilidade de macronutrientes.

Tabela 5. Altura e estande de plantas em função da aplicação de fertilizantes a base de cálcio.

Tratamento	Altura de plantas (cm)	Estande de plantas
T1	114,0 a *	12,4 a *
T2	103,0 a	12,3 a
T3	101,4 a	11,9 a
T4	106,8 a	11,8 a
T5	109,4 a	12,1 a
CV%:	9,81	13,08
DMS:	20,88	3,12
p-valor	0,5163 ^{ns}	0,9463 ^{ns}

Fonte: Os autore, 2020.

T1- Calcário granulado 1 (fertilizante mineral misto, 34,0 % de CaO, 2 % de Si); T2- Calcário de concha (CaO 49,0 %, MgO 0,05 %, PRNT 71,44 %); T3- Calcário granulado 2 (fertilizante mineral misto, CaO 48,0 %, MgO 2,5 %), T4- Calcário granulado 3 Caltim+S® (fertilizante mineral misto, 40,0 % CaO, 5 % S); T5- Testemunha.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. CV (%) coeficiente de variação; DMS diferença mínima significativa. ns: não significativo ao nível de 5 % de significância pelo teste F.

Pode-se observar que mesmo não significativamente que os tratamentos 1 (fertilizante mineral misto, 34,0% de CaO, 2% de Si) e 4 Calcário granulado 3 Caltim+S® (fertilizante mineral misto, 40,0% CaO, 5% S) se sobressaíram aos demais. No tratamento 1 observa-se a presença de silício em sua composição, a influência do silício no desenvolvimento da soja é pouco conhecida até o presente momento, diferente do resultado que é encontrado nas poáceas, pois, de acordo com Raij e Camargo (1979), existem muitos resultados positivos quando aplicados esses elementos em plantas consideradas acumuladoras de Si, como se encontra na maioria das poáceas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, milho, entre outros).

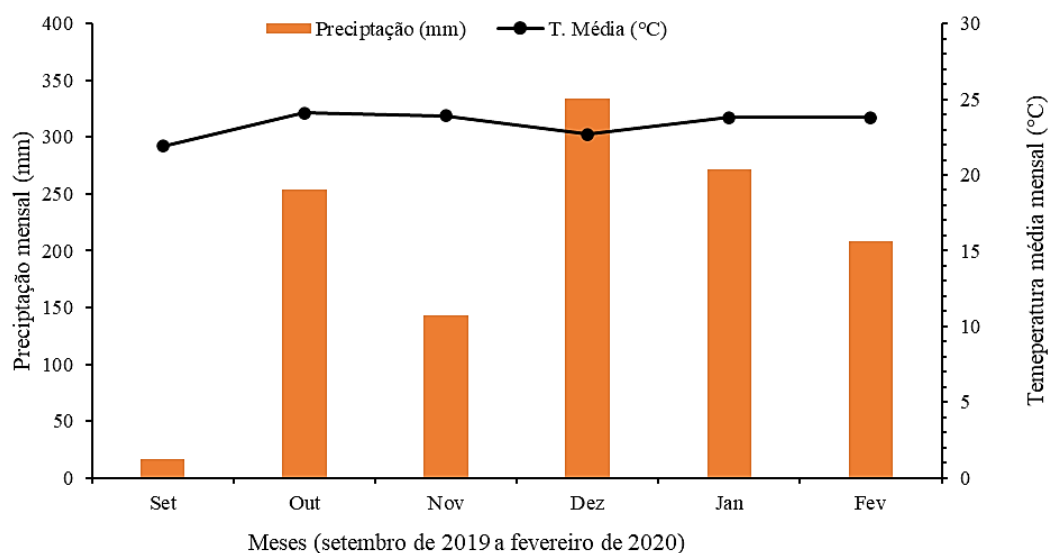
Já no tratamento 4 é possível ver a presença de enxofre, que na cultura da soja é demandado na mesma ordem que fosforo e magnésio, no entanto dos macronutrientes e o menos estudado, porém, acarreta acréscimos de produtividade já que sua presença é indispensável (DOMINGOS *et al* 2015) o que pode explicar esse aumento na produtividade mesmo que não significativo.

As condições hídricas também influenciam na absorção de Ca e outros nutrientes. Em condições de déficit hídrico os sintomas de deficiências podem ocorrer ou não manifestar seu potencial de absorção (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

A Safra 2019/2020 foi uma safra atípica para a maioria dos produtores da região, onde no plantio da soja ouve um regime muito reduzido de chuvas, e durante seu ciclo passou por muitos intemperes, no entanto, as produtividades foram muito boas, o que poderia explicar o

bom rendimento deste trabalho e a boa utilização de nutrientes pelas plantas, em especial o Ca, já que como mostra o gráfico das chuvas não houve déficit hídrico nos meses de instalada a cultura.

Figura 1. Precipitação e temperatura média mensal na área do experimento entre os meses de setembro de 2019 a fevereiro de 2020.



Fonte: Estação meteorológica da Faculdade Assis Gurgacz

A aplicação destes produtos não substitui o uso do calcário convencional, quando se diz respeito a correção de acidez do solo em área total. A reatividade precisa ser melhor estudada para que seja possível saber se isso também pode afetar a disponibilidade do nutriente cálcio no solo para absorção das plantas. Apesar de não ter sido observada diferença significativa entre os tratamentos, observou-se ganhos de produtividade quando utilizado os fertilizantes em relação ao tratamento onde não foi utilizado.

Conclusões

A aplicação de fertilizantes a base de cálcio na forma granulada via sulco de semeadura, não influenciou a produtividade e características agrônômicas da cultura da soja, nas condições estudadas.

Referências

ALMEIDA, J. S. **Uso agrícola de resíduo da produção de ácido fosfórico (gesso) associado ao cloreto de potássio.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Minas Gerais, 2016.

CAIRES, E. F; JORIS, H. A. W. **Uso de corretivos granulados na agricultura**. Informações agronômicas nº 154, p. 18-21., junho, 2016.

CASSOL, A. J. S.; ZANÃO, L. A. J. Viabilidade agronômica de modos de aplicação de fontes de cálcio na correção da acidez do solo. **Revista Técnico Científica do CREA-PR**. Edição Especial, p. 2 – 9, 2018.

COSTA, C. H. M. Efeitos residuais da calagem superficial em solo tropical com plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1633-1642, set. 2016.

CUSTÓDIO, C. C. Estresse por alumínio e acidez em cultivares de soja. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 145-153, jan./mar, 2002.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Micronutrientes**. In: **FERNANDES, M.S. (Ed.) Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 13, p. 328-352.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, 2018. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, pp. 109-112, 2014.

GONÇALVES, J. R. P.; MOREIRA, A.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; BOAS, R. L. **Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo**. Acta Scientiarum Agronomy, v. 33, p. 369-375, 2011.

MANDARINO, J. M. G. **Origem e história da soja no Brasil**. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.uol.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>>. Acesso em 28 nov. 2019.

NAKAGAWA, J.; NAKAGAWA, J.; IMAIZUMI, I.; ROSSETTO, C. A. V. Efeitos de algumas fontes de fósforo e da calagem na produção de sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 421-431, 1993.

NITSCHKE, P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ–SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (NEPAR-SBCS). **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2019.

RAIJ, B. V.; CAMARGO, O. A. **Sílica solúvel em solos**. **Bragantia**, v. 32, n. 11. P. 223-236, 1973.