

DESENVOLVIMENTO DA SOJA SOB DOSES DE POTÁSSIO

Ana Paula Rodrigues da Silva ^{1*}, Wender Pereira Rodrigues ², Taynana Lima Cavalcante ³,
Ezequiel Lopes do Carmo ⁴, Cleone de Souza Raimundo ⁵.

¹ Doutoranda, Agronomia (Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu (SP). *E-mail do autor correspondente: ana.pr.silva@unesp.br

² Graduado, Engenharia Agronômica, Instituto Federal do Tocantins, Dianópolis (TO).

³ Pós-Graduanda, Gestão e Tecnologia da Produção Agropecuária, Instituto Federal do Tocantins, Dianópolis (TO).

⁴ Docente, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Instituto Federal do Tocantins, Dianópolis (TO).

⁵ Pós-Graduanda, Gestão e Tecnologia da Produção Agropecuária, Instituto Federal do Tocantins, Dianópolis (TO).

Recebido:09/04/2021; Aceito:17/11/2022

RESUMO: O Brasil é o maior produtor mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Um dos principais fatores responsáveis por esse índice é a aplicação de fertilizantes e corretivo. O potássio é o segundo nutriente mais requerido pela soja e contribui para processos vitais da planta como a fotossíntese, além de participar de diversos processos enzimáticos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da soja em função das doses de K₂O. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco tratamentos [doses de K₂O = 0, 17,5, 35, 70 e 140 kg ha⁻¹] e três repetições, utilizando a cultivar “BRS 9180 IPRO”. As variáveis avaliadas foram: altura de planta, massa seca da parte aérea e raízes, altura de inserção da última vagem, número de entrenós, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, produtividade e receita líquida. As doses de K₂O influenciaram apenas para altura da planta, altura da última vagem, vagens por planta e número de entrenós. As doses que proporcionam os maiores incrementos para a cultivar avaliada foram de 70,6 a 83,2 kg de K₂O ha⁻¹.

Palavras-chave: *Glycine max*. Fertilizante potássico. Nutrição de plantas.

DEVELOPMENT OF SOY UNDER POTASSIUM RATES

ABSTRACT: The Brazil is the world's largest producer of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). One of the factors responsible for this index is liming and fertilizes use. Potassium is the second nutrient most required by soybean and contributes to vital plant processes such as photosynthesis, in addition to participating in several enzymatic processes. The objective of this work was to evaluate soybean performance as a function of K₂O rates. The experimental design used was randomized blocks with five treatments [K₂O = 0, 17.5, 35, 70, and 140 kg ha⁻¹] and three replicates, using the cultivar "BRS 9180 IPRO". The parameters evaluated were: plant height, shoot and root dry weight, insertion height of the last pod, number of endnodes, number of pods per plant, number of grains per pod, 100 grains weight, yield and net revenue. K₂O rates influenced only for plant height, last pod height, pods per plant and number of internodes. The rates that provide these highest increments for the evaluated cultivar are between 70.6 and 83.2

kg of K₂O ha⁻¹.

Keywords: *Glycine max*. Potassium fertilizer. Plant nutrition.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Os principais fatores responsáveis por este índice está o sistema de plantio direto (SPD) e o uso de novas tecnologias. Em 2019, o Brasil possuía área plantada de 36.949,8 milhões de hectares e produção de grão estimada de 124,8 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2020). No Tocantins tem crescido a produção de soja nos últimos anos. Na safra de 2019-2020 teve 1.078 mil hectares de soja plantada e produziu 3.581,1 toneladas de grãos (CONAB, 2020).

O Tocantins está localizado na região que está sendo considerada a maior fronteira agrícola, denominada de MATOPIBA, que compreende ainda os estados do Maranhão, Piauí e Bahia. A maior parte da região é abrangida pelo bioma 'Cerrado', no qual uma das suas principais características é possuir solos de baixa fertilidade natural, demandando assim grandes quantidades de corretivos e fertilizantes para se alcançar altas produtividades de grãos de soja.

Apesar do estado estar situado nessa região considerada grande produtora de grãos, o cultivo da soja ainda é pouco expressivo quando comparada a produção e áreas dos outros estados da fronteira como o Maranhão, Bahia e Piauí. Além disso, possui poucos trabalhos científicos relacionados a adubação.

O potássio (K) é o segundo nutriente mais requerido pela soja, atrás do nitrogênio (N) (BORKERT *et al.*, 1994) e as maiores taxas de absorção do K na soja ocorrem na fase vegetativa (BATAGLIA; MASCARENHAS, 1977). O K na planta contribui para realização da fotossíntese, uma vez que participa da síntese da enzima ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase e apresenta funções fundamentais na ativação de mais de sessenta sistemas enzimáticos em plantas. Portanto, a deficiência de K causa diminuição do crescimento, além de deixar a planta sujeita ao aumento de doenças, quebra de ramos, susceptível a outras condições de estresses (POTAFOS, 1990), como a diminuição desse nutriente nas folhas e sementes, queda de produtividade (BORKERT *et al.*, 1997), redução da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes (BORKERT *et al.*, 1989).

Considerando que a adubação representa uma parte considerável do custo de produção, e que os fertilizantes potássicos estão entre os mais exigidos pela cultura, por isso torna-se necessário investigar qual é a quantidade de K exigida na região do cerrado Tocantinense, portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho da cultivar de soja BRS 9180 IPRO em função da aplicação de doses de K.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal do Tocantins Campus Dianópolis, localizado à 11° 38' 09,66" S e 46° 45' 59,38" O, a 573 m de altitude no sudeste do estado do Tocantins (Figura 1), no período de novembro de 2017 a abril de 2018.

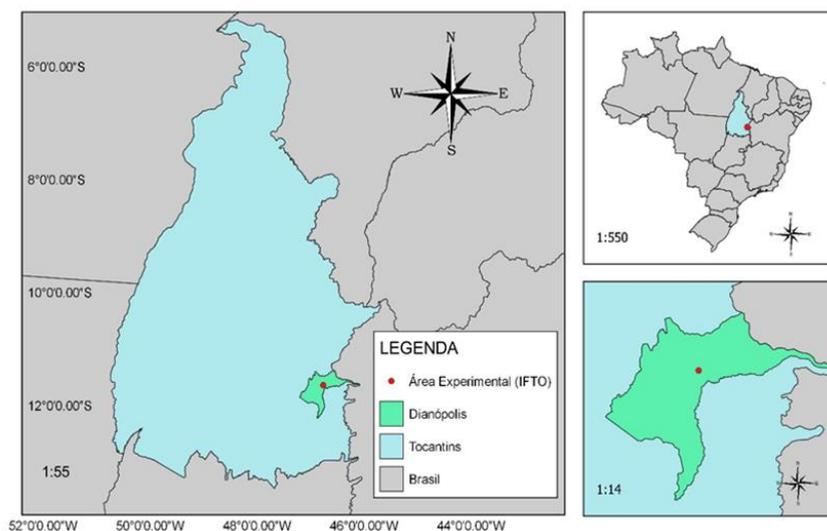


Figura 1. Localização do experimento. *Place of the experiment.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

O solo onde foi implantado o experimento foi classificado como Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 2011) e realizou-se análise granulométrica e química de solo, antes da instalação do experimento (Tabela 1). Considerando os resultados desta análise e as informações constantes no boletim Cerrado (SOUSA; LOBATO, 2004), não houve necessidade de aplicação de calcário para correção da acidez e demais nutrientes.

Tabela 1. Análise química de solo. *Soil Chemical analysis.*

Prof.	pH	P (Mel)	K	Ca	Mg	H+Al	Ca+Mg	S	M.O.		
cm	CaCl ₂	----- mg dm ⁻³ -----				cmol _c dm ⁻³			dag dm ⁻³		
0-20	5,5	54,6	89,0	2,5	0,8	1,8	3,3	7,7	2,3		
Granulometria											
Prof.	pH	CTC	Cu	Fe	Zn	B	Mn	V	Areia	Silte	Argila
cm	H ₂ O	cmol _c dm ⁻³	-----mg dm ⁻³ -----				-----%-----				
0-20	6,2	5,3	1,2	56,7	2,3	0,4	2,0	66,2	38,8	10,3	50,9

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

O índice pluviométrico e a temperatura registrados no município de Dianópolis durante a condução do experimento estão representados nas Figuras 2 (A e B). Houve disponibilidade hídrica suficiente para o desenvolvimento da cultura, tendo em vista que a quantidade requerida em todo o ciclo varia de 450 a 800 mm (EMBRAPA, 2011). A temperatura apresentou máxima de 24,5°C, a mínima de 22,8°C, e a instantânea chega próximo de 25,5°C, o que é considerada a ideal para o desenvolvimento da soja.

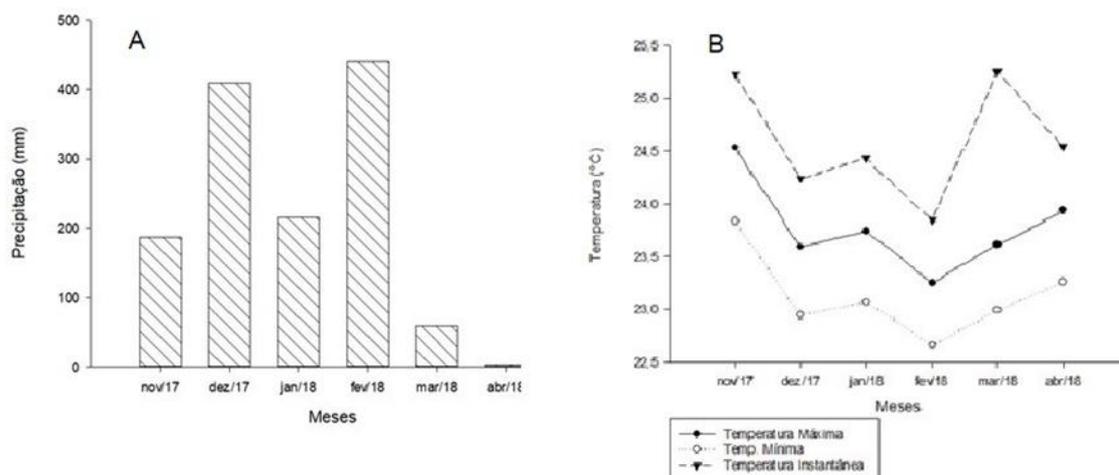


Figura 2. Precipitação pluvial média mensal e temperatura registrada no município de Dianópolis - TO durante a condução do experimento. *Average monthly rainfall and temperature recorded in the municipality of Dianópolis - TO during the conduction of the experiment.*

Fonte: Adaptado do INMET (2019). *Adapted from INMET (2019).*

O experimento foi implantado utilizando a cultivar de soja BRS 9180 IPRO, a qual apresenta características de rusticidade, elevado potencial de rendimento de grãos e estabilidade de produção em regiões que produzem esta cultura na região geopolítica do MATOPIBA. Este genótipo é tolerante ao glifosato e por apresentar a tecnologia Bt para proteção contra *Anticarsia gemmatilis* (lagarta da soja), *Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu* (lagarta falsa medideira), *Heliothis virescens* (lagarta das maçãs) e *Crociosema aporema* (broca dos ponteiros), além da supressão a *Elasmopalpus lignosellus* (lagarta elasma), *Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armígera*, além disso, apresenta resistência a doenças como a Mancha Olho-de-rã, pústula bacteriana e cancro da haste. Apresenta ainda crescimento determinado, pubescência de cor marrom, flores de cor roxa, hilo de cor preta, altura média da planta de 100 cm, ciclo médio de 119 a 139 dias e é medianamente suscetível ao acamamento (EMPRAPA, 2016).

O experimento foi realizado utilizando o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos [doses de $K_2O = 0, 17,5, 35$; recomendado por Sousa e Lobato (2004), 70 e 140 $kg\ ha^{-1}$, na forma de cloreto de potássio (KCl)] e três repetições. Cada parcela possuía 12 m^2 , com 8 linhas de 3 metros, cujos espaçamento foram de 0,45 m entre linha e 0,07 m entre plantas. A área útil utilizada para as avaliações foi 6,0 m^2 . Antes da semeadura, as sementes foram submetidas ao tratamento com inoculante líquido para soja ($5 \times 10^9\ mL^{-1}$ UFC de *Bradyrhizobium japonicum*). A semeadura foi realizada manualmente, com auxílio de uma régua furada, adaptada para esta finalidade. Ao longo do cultivo, quando necessário, foi realizado na área experimental o controle de fungos com o fungicida Tiofanato-metílico 700 $g\ kg^{-1}$ e de insetos com inseticida sistêmico e de contato, do grupo químico metilcarbamato de oxima (215 $g\ i.a.\ ha^{-1}$), com pulverizador costal. O controle de plantas daninhas foi feito manualmente.

No final do ciclo da soja foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, quantidade de vagens por planta, número de grãos por vagem, quantidade de entrenós, altura

da última vagem, matéria seca da parte aérea e raiz, peso de cem grãos (BRASIL, 2009), produtividade e análise de custo.

Para obtenção da produtividade também foi realizada a determinação do grau de umidade dos grãos, através do método da estufa (BRASIL, 2009) e o teor de umidade dos grãos foi de 14%. E ainda, para a análise de custo, foi considerado somente o retorno econômico com aplicações de doses de potássio. Considerou-se o preço local de US\$ 28,94 do adubo cloreto de potássio (KCl) e o valor de R\$ 65,00 a saca de 60 kg de soja. Para a análise econômica foi considerada a receita bruta total e o custo de produção e para obtenção da receita líquida utilizando a seguinte fórmula:

$$RL = RB - C$$

Onde:

RL= Receita líquida

RB= Receita bruta

C= custos

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de probabilidade, e quando significativo, os dados foram submetidos à regressão polinomial, utilizando o software Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar BRS 9180 IPRO apresentou ciclo de 140 dias e as doses de K₂O influenciaram significativamente apenas para as variáveis de altura da planta, altura da última vagem, vagens por planta e número de entrenós. As demais avaliadas não foram significativas e houve grande variação dos dados, os quais podem ser observados por meio do coeficiente de variação (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância. *Summary of variance analysis.*

Variáveis	SQ	QM	Fc	Pr > Fc	CV (%)
Altura da planta	2184.021667	546.005417	15.441	0.0014	6,65
Matéria seca parte aérea	764.660000	191.165000	0.630	0.6549	33,08
Matéria seca raiz	2.166667	0.541667	0.638	0.6498	33,30
Vagens por planta	7851.370238	1962.842560	4.688	0.0372	16,73
Nº entrenós	50.448333	12.612083	8.227	0.0088	8,63
Peso de 100 grãos	5.593573	1.398393	1.516	0.2852	5,37
Alt. da última vagem	978.260476	244.565119	6.499	0.0165	6,98
Receita Líquida	2394293.182934	2394293.182934	2.105	0.1719	25,07

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Para a variável altura da última vagem houve significância em que a dose que melhor se sobressaiu foi a dose 83,18 kg ha⁻¹ de K₂O, apresentando altura de 100,1 cm (Figura 3). Monteiro *et al.* (2015) avaliou a densidade de plantas e doses de NPK nos componentes de produção de soja-hortaliça e obtiveram resultados diferentes, ainda que a altura da última vagem não houve significância.

Para a altura de planta, a melhor dose foi de 82 kg ha⁻¹ de K₂O, a qual contribuiu para maior altura (102,0 cm) (Figura 3), apresentando resultados semelhantes ao da última vagem (Figura 3). Esse resultado foi semelhante com de Lana *et al.* (2002), que avaliando a resposta da soja e modos de aplicação de K em solo do cerrado verificaram comportamento quadrático significativo da altura da planta até a dose 90 kg ha⁻¹ de K₂O.

Em estudo realizado por Tavares *et al.* (2013), avaliando o efeito de diferentes doses e fontes de K sobre a qualidade fisiológica e o rendimento de sementes, não foi encontrado efeito significativo das doses na variável altura. Outros autores avaliando doses de K com ou sem enxofre (S) também encontraram respostas quadráticas significativas para a variável altura de planta (PEREIRA *et al.*, 2016).

Houve significância para a variável número de entrenós, e apresentou comportamento parecido com a altura de planta e da última vagem. A dose que mais contribuiu foi a de 81,1 kg ha⁻¹ de K₂O, cujo número de entrenós foi de 17 (Figura 3). De acordo com Carvalho *et al.* (2002), o número de entrenós na haste principal tem influência no aumento da produtividade da soja. Porém, outros autores reportaram que o número de entrenós é um fator que apresenta correlação positiva com a massa de grãos (PERINI *et al.*, 2012).

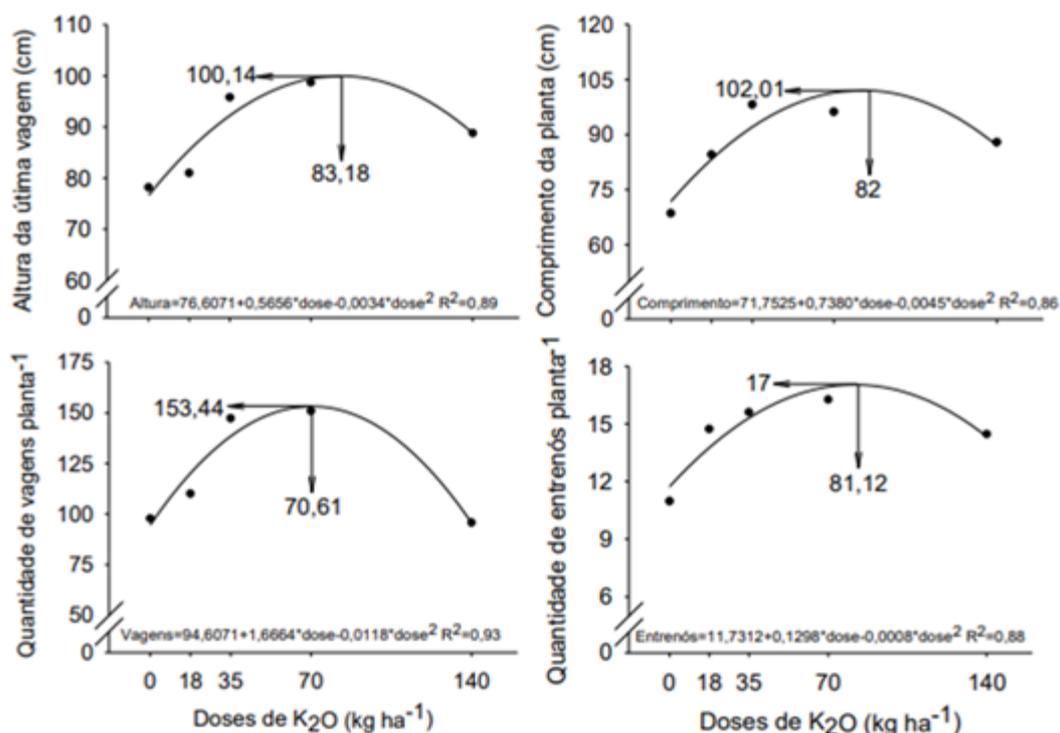


Figura 3. Variáveis avaliadas em função das doses de potássio. *Parameters evaluated as a function of increasing potassium rates.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

O número de vagens por planta apresentou um comportamento diferente dos demais parâmetros considerados significativos. Foi observado maiores quantidade de vagens por planta (153,4) na 70,6 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 3). Serafim *et al.* (2012) relataram em seu trabalho que as doses de K₂O influenciam no número de vagens. Em outro trabalho avaliando a

produtividade da soja em função das doses de potássio, a quantidade de vagens foi crescente conforme o aumento da adubação potássica (MÉLEM JUNIOR, 2015).

CONCLUSÃO

As doses de potássio (K_2O) na cultivar de soja BRS 9180 IPRO influenciaram a altura de planta, vagens por plantas, entrenós e altura da última vagem. As doses que proporcionam estes maiores incrementos para a cultivar avaliada estão entre 70,6 a 83,2 kg de K_2O ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – Campus Dianópolis – TO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A. **Absorção de nutrientes pela soja**. v. 41. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1977. 36 p.

BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da sua soja**. Piracicaba: Informações Agronômicas, n. 66, 1994. 16 p.

BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; FARIAS, J. R. B.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C. L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo cutrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p.I009-I022, 1997.

BORKERT, C. M.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Potassium fertilization reduces seed infection by *Phomopsis* sp. and improves seed quality. *In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE*, 1989, Buenos Aires. **Anais [...]** [S. l.: s. n.], 1989. p.2265-2275.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, C. G. P. D.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. D.; OLIVEIRA, M. F. D.; VELLO, N. A. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.311-320, 2002.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2019/2020. v. 5, p.96-101, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivar de Soja para o MATOPIBA**. Brasília: Embrapa Cerrados, 2016. 2 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355008/0/Folder+Soja+BRS+9180IPRO/372c0718-9035-4cc0-9e1b-6b173c37e07d>. Acesso em: 01 maio de 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**. Brasília: Embrapa Solos, 2011. 67 p (Documentos,

2011). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/920267>. Acesso em: 01 maio 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: Região Central do Brasil 2012, e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 262 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema para análise de variância. Lavras: UFLA, 2003. (Software estatístico).

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Estações e dados**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 01 mar. 2019.

KORBER, A. H. C.; PINTO, L. P.; PIVETTA, L. A.; ALBRECHT, L. P.; AZEVEDO FRIGO, K. D. Adubação nitrogenada e potássica em soja sob sistemas de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 4, p.38-45, 2017.

LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, O. T.; DE LIMA, L. M. L.; JUNIOR, L. A. Z. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de cerrado. **Bioscience Journal**, Darmstadt, v. 18, n. 1, p.17-23, 2002.

MELEM JUNIOR, N. J.; FABER, J.; GALLO, J.; DE OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; SILVA, A. D.; OLIVEIRA, D. R. Avaliação da produtividade da soja em diferentes doses de potássio na região de Belterra/PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais** [...] Natal: [s. n.], 2015. p. 1-5.

MONTEIRO, A. N. L.; ALVES, J. M. A.; SILVA MATOS, W.; SILVA, M. R.; SILVA, D. L.; BARRETO, G. F. Densidade de plantas e doses de NPK nos componentes de produção de soja-hortaliça na Savana de Roraima. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 9, n. 4, p.352-360, 2015.

PEREIRA, C. S.; FREITAS, A. A.; CHAPLA, M. V.; LANGE, A. Doses de potássio com a presença de enxofre na cultura da soja. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 9, n. 1, p.22-32, 2016.

PERINI, L. J.; JÚNIOR, N. D. S. F.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, supl. 1, p.2531-2544, 2012.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. Desempenho agronômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias**, Jaboticabal, v. 55, n. 3, p.190-196, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO - POTAFOS. **Potássio**: necessidade e uso na agricultura moderna. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. Tradução Bernardo van Raij. Piracicaba: POTAFOS, 1990. 45 p.

SERAFIM, M. E.; ONO, F. B.; ZEVIANI, W. M.; NOVELINO, J. O.; SILVA, J. V. Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, Botucatu, v. 43, n. 2, p.222-227, 2012.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

TAVARES, L. C.; TUNES, L. M. D.; BRUNES, A. P.; FONSECA, D. Â. R.; RUFINO, C. D. A.; BARROS, A. C. S. A.; MELO, S. D. C. Potássio via recobrimento de sementes de soja: efeitos na qualidade fisiológica e no rendimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 7, p.1196-1202, 2013.