

Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de doses e épocas de aplicação de potássio

Productivity and quality of soybean seeds as a function of potassium application

Fabiano André Petter^{1*}; Adriana Ursulino Alves²; Jodean Alves da Silva³; Edson de Almeida Cardoso⁴; Tamnata Ferreira Alixandre³; Fernandes Antônio de Almeida²; Leandro Pereira Pacheco⁵

Resumo

As práticas culturais alteram a produção e a qualidade fisiológica das sementes de soja, contudo no Bioma Cerrado esses estudos ainda são escassos. Portanto, objetivou-se avaliar a produção e a qualidade fisiológica de sementes de soja (cv. Monsoy 9350) produzidas no cerrado piauiense sob influência da adubação potássica em diferentes doses e épocas de aplicação. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de cinco doses de potássio (30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O) + testemunha adicional (zero kg ha⁻¹ de K₂O) aplicadas em quatro épocas: I. 100% na semeadura; II. 50% na semeadura e 50% aos 30 dias após a semeadura (DAS); III. 100% aos 30 DAS; IV. 50% aos 20 DAS e 50% aos 40 DAS, com quatro repetições. Foram avaliados a produtividade e índice de colheita de sementes, massa de mil sementes, comprimento de plântula, massa seca de plântulas, índice de velocidade de germinação, germinação e primeira contagem. Não houve efeito das épocas de aplicação de K sobre os parâmetros avaliados. Com exceção da germinação e índice de velocidade de germinação, todos os demais parâmetros foram significativamente influenciados pelas doses de K₂O aplicadas. O comprimento e a massa seca de plântulas aumentaram com o aumento das doses de K₂O, evidenciando maior vigor das sementes. Doses de 80 a 95 kg ha⁻¹ de K₂O proporcionaram maior produtividade e vigor de sementes de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, rendimento, adubação, germinação, vigor

Abstract

Cultural practices affect the production and physiological quality of soybean seeds, however the Cerrado these studies are still scarce. Therefore, this study aimed to evaluate the production and physiological quality of soybean seeds (cv. Monsoy 9350) in Piauí Cerrado under the influence of times and doses of potassium. We used a randomized block design in a factorial design, the treatments consisted of the combination of five doses of potassium (30 60, 90, 120 and 150 kg K₂O ha⁻¹) + additional treatment (zero kg ha⁻¹) applied four times: I. 100% at planting; II. 50 % at planting and 50% at 30 days after

¹ Prof. Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Sinop, MT. E-mail: petter@ufmt.br

² Profs. Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal do Piauí, UFPI, Bom Jesus, PI. E-mail: adrianaursulino@ufpi.edu.br; fernandes@ufpi.edu.br

³ Discentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Fitotecnia, UFPI, Bom Jesus, PI. E-mail: dean_federal@hotmail.com; tamnatinha_tam@hotmail.com

⁴ Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Campus II, Areia, PB. E-mail: edsonagro@hotmail.com

⁵ Prof. do Deptº de Engenharia Agrícola, UFMT, Rondonópolis, MT. E-mail: leandropacheco@gmail.com

* Autor para correspondência

sowing (DAS); III. 100% at 30 DAS; IV. 50% at 20 DAS and 50% at 40 DAS, with four replications. The yield and harvest index of grain, thousand seed weight, seedling length, seedling dry weight, rate of germination, germination and first count. Regardless of the applied dose, there was no effect of application times on the parameters evaluated. Except for the germination and germination speed index, all other parameters were significantly influenced by K rates. The length and seedling dry weight increased with the increasing use of K, showing greater seed vigor. Doses of 80 to 95 kg ha⁻¹ K₂O provide the best results for all parameters evaluated.

Key words: *Glycine max*, yield, fertilization, germination, vigor

Introdução

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de soja, superado apenas pelos Estados Unidos. Na safra 2012/13, a cultura ocupou uma área de 27,7 milhões de hectares, o que totalizou produção de 81,4 milhões de toneladas. Na região Nordeste, a maior área cultivada está no Estado da Bahia, entretanto, o maior ganho é observado no Estado do Piauí, com 22,9% de aumento na área comparado a safra anterior (CONAB, 2013).

O cultivo da soja continua sendo a principal atividade responsável pela expansão da fronteira agrícola no País, principalmente nas regiões sob vegetação de cerrado, com destaque para o estado do Piauí. Contudo, a implantação dessa cultura nas novas áreas de cultivo, tem requerido novas tecnologias e manejo cultural adequado, principalmente em função das condições edafoclimáticas específicas dessa região.

Os solos da região dos cerrados, de maneira geral se caracterizam por apresentarem elevada acidez, baixa saturação por bases e elevada saturação por alumínio (WATANABE et al., 2005). No caso específico do cerrado piauiense, além das características mencionadas, a maior parte dos solos desse, que se localizam nos platôs, apresentam baixos teores de argila e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), principalmente em função de baixos teores de matéria orgânica (MO), que para estes solos pode representar até 80% da CTC (PACHECO; PETTER, 2011). Essas características elevam o potencial de perdas de potássio por lixiviação.

Apesar de existirem modelos para o diagnóstico

da fertilidade do solo, recomendação de doses econômicas e ambientalmente adequadas de fertilizantes para as diferentes culturas e classes de solo (RHEINHEIMER et al., 2007), as respostas ainda são divergentes. Fato este, que pode ser comprovado pelos diferentes resultados (FOLONI; ROSELEM, 2008; BERNARDI et al., 2009) verificados quanto à resposta da soja a aplicação de K₂O na região dos cerrados.

Outro aspecto a ser considerado no manejo cultural é a qualidade da semente, que é fator preponderante para o sucesso da cultura, se refletindo posteriormente na produtividade de grãos. Entretanto, pouco se tem estudado sobre os efeitos das práticas culturais sobre a qualidade fisiológica da semente de soja (AZEVEDO et al., 2007) no Bioma Cerrado. Sementes de elevado potencial produtivo e qualidade são importantes no processo de tecnificação e modernização da agricultura. Dentre as práticas culturais, o aumento da quantidade de fertilizantes, principalmente potássicos e fosfatados, têm sido utilizados para se conseguir incrementos na produtividade (MALAVOLTA, 2006).

De acordo com Sacramento e Rosolem (1998), é clara a importância do potássio (K) na nutrição mineral da soja, sendo este, um dos macronutrientes mais absorvidos e exportados pela cultura. Segundo Caires e Fonseca (2000), a cada 1.000 kg de grãos de soja exportados na produção, retira-se do solo 8,0 e 20,6 kg de P e K respectivamente. O efeito benéfico do potássio sobre a qualidade da semente pode ser explicado pelo papel que o nutriente desempenha no metabolismo vegetal, ou seja, auxiliando no aumento da síntese e acúmulo de carboidrato (FONTES, 2001). Esse fato explica a

relação positiva que há entre a produtividade e a massa de mil sementes, com observado por alguns autores (KHAN et al., 2004; MOTERLE et al., 2009; TOLEDO et al., 2011).

Assim, Moterle et al. (2009) avaliando o efeito da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas a campo e na produtividade da cultura da soja, concluíram que as maiores produtividades foram alcançadas utilizando-se 516 kg do adubo com formulação 00-20-20 e a maior produtividade esteve relacionada ao aumento na massa de mil sementes.

Estudando-se o efeito da adubação com fósforo, potássio e zinco em soja, Gonçalves Júnior et al. (2010) verificaram que a adubação fosfatada e potássica provocou significativo aumento da produtividade e aumento do número de vagens por planta.

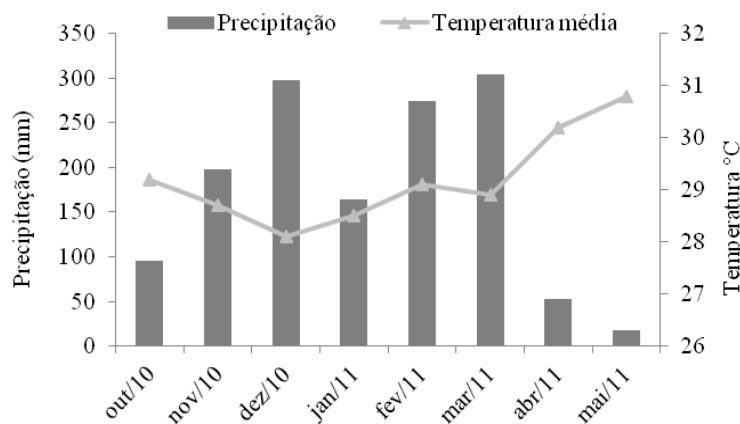
Em virtude destes fatores objetivou-se estudar a produção e a qualidade fisiológica de sementes de soja, sob influência de épocas e doses de potássio aplicadas em Latossolo Amarelo no cerrado piauiense.

Material e Métodos

O experimento a campo, foi conduzido na safra 2010/2011 no município de Bom Jesus-PI em solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico – LAd, textura Franco Argilo Arenosa, com as seguintes características químicas e físicas: pH (H₂O): 5,0; Fósforo (P, método de Mehlich): 36,4 mg dm⁻³; Potássio (K⁺): 77 mg dm⁻³; Cálcio (Ca²⁺): 2,1 cmol_c dm⁻³; Magnésio (Mg²⁺): 0,4 cmol_c dm⁻³; Alumínio (Al³⁺): 0,2 cmol_c dm⁻³; Acidez potencial (H⁺+Al³⁺): 4,6 cmol_c dm⁻³; Saturação por bases (V%): 37; Capacidade de troca catiônica (CTC): 7,3 cmol_c dm⁻³; Matéria orgânica (M.O.): 14,0 g kg⁻¹; Ferro (Fe): 129,0 mg dm⁻³; Manganês (Mn): 8,5 mg dm⁻³; Zinco (Zn): 3,7 mg dm⁻³; Cobre (Cu): 1,4 mg dm⁻³; Argila: 280 g kg⁻¹; Silte: 80 g kg⁻¹; Areia: 640 g kg⁻¹. O experimento foi conduzido em área anteriormente cultivada com monocultura de soja por 8 anos e que vinha recebendo aplicações anuais de 500 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 00-20-20.

O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação climática global de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo uma seca que vai de maio a setembro e outra chuvosa que vai de outubro a abril. Os dados de precipitação pluvial e temperaturas ocorridas durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) ocorridas em Bom Jesus, PI, durante a condução do experimento.



Fonte: Elaboração dos autores.

A semeadura direta da soja (cultivar Monsoy 9350) foi realizada no dia 05 de dezembro de 2010, distribuindo-se 13 sementes por metro, em espaçamento de 0,5 m entre linhas e profundidade de semeadura de 2-3 cm. A adubação de base no ato da semeadura foi constituída pela aplicação de 400 kg ha⁻¹ de superfosfato simples.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial (5x4)+1, sendo os tratamentos compostos pela combinação de cinco doses de potássio: 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ (K₂O) + tratamento adicional (zero kg ha⁻¹ de K₂O) aplicadas em quatro épocas: I. 100% na semeadura; II. 50% na semeadura e 50% aos 30 dias após a semeadura (DAS); III. 100% aos 30 DAS; IV. 50% aos 20 DAS e 50% aos 40 DAS, utilizando como fonte cloreto de potássio. Cada parcela foi composta por dez fileiras espaçadas em 0,5 m e com 5 m de comprimento, totalizando 25,0 m², sendo a área útil para as avaliações de 12,0 m². Para a aplicação dos tratamentos foram realizadas distribuições manuais a lanço.

Os tratos culturais (controle de plantas daninhas, pragas, doenças) antecedentes e posteriores a semeadura foram os recomendados para a região e para a cultivar, e, de acordo com as necessidades da cultura.

Por ocasião da colheita avaliou-se a massa seca das plantas (palha), coletando-se dez plantas ao acaso por parcela, produtividade de sementes na área útil da parcela, com padronização de umidade a 14%, e massa de mil sementes, contando-se 8 repetições de 100 sementes por tratamento (Brasil, 2009). Para a determinação da massa seca, as plantas foram levadas a estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 horas. Determinou-se também o índice de colheita (IC), em que IC = produtividade de sementes/produtividade de sementes + palha.

O experimento para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes do

Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas, da Universidade Federal do Piauí, de acordo com a metodologia de Regras de análise de sementes (Brasil, 2009), sendo as sementes submetidas aos seguintes testes:

- Teste de germinação – utilizou-se quatro repetições de 50 sementes as quais foram distribuídas em substrato de papel em forma de rolos e posteriormente em BOD à temperatura constante de 25° C.
- Primeira contagem de germinação – determinada conjuntamente com o teste de germinação, mediante contagem das plântulas germinadas aos cinco dias após a semeadura.
- Índice de velocidade de germinação (IVG) – o índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagem diária do número de sementes germinadas durante 8 dias, sendo o índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962), em que: $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$ onde: G_1, G_2, G_n = número de plântulas germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N_1, N_2, N_n = número de dias desde a primeira, segunda, até a última contagem.
- Comprimento e massa seca de plântulas – após a contagem final do teste de germinação, as plântulas normais foram submetidas a medições com o auxílio de uma régua graduada em centímetros e o resultado expresso em cm/plântula. As mesmas plântulas da avaliação anterior foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e levadas a estufa regulada a 65°C até obtenção de peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, com o resultado sendo expresso em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos parâmetros significativos em função das épocas de aplicação de K, submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa estatístico Assistat 7.7 (2008). Já para os dados quantitativos (doses) realizou-se análise de regressão, em que as equações foram ajustadas, utilizando-se os parâmetros de correlação e determinação para as variáveis avaliadas, em função das doses de aplicação do fertilizante potássico, e, a significância dos coeficientes angulares das equações foram determinados pelo teste “t” de Student, utilizando o programa estatístico SigmaPlot.

Também foi determinada a máxima eficiência técnica (MET), em que a partir da primeira derivada da equação de regressão e igualando-as a zero, obteve-se o ponto de máxima dose de K₂O. Os valores obtidos foram substituídos em suas equações principais e, obtidos os valores de MET. Para a determinação da máxima eficiência econômica (MEE) igualou-se a derivada da equação

de regressão referente ao rendimento de sementes em função das doses de K₂O à relação entre preços do insumo (R\$ kg⁻¹ de K₂O) e do produto (R\$ kg⁻¹ de grãos) (RAIJ, 2011). Para os cálculos considerou-se o valor de K₂O= R\$ 0,84 kg⁻¹ e soja= R\$ 0,66 kg⁻¹.

Resultados e Discussão

Não houve efeito significativo das épocas de aplicação de potássio para as variáveis analisadas (Tabela 1). Esses dados corroboram com os obtidos por Pedroso Neto e Rezende (2005) para germinação e Moterle et al. (2009) para índice de velocidade de germinação e massa de mil sementes de soja. Já para a produtividade, os resultados são contraditórios, uma vez que, alguns autores (FOLONI; ROSOLEM, 2008; GUARESCHI et al., 2008) verificaram resposta para a produtividade em função de épocas de aplicação e outros não (ARATANI; LAZARINI; MARQUES, 2007; BERNARDI et al., 2009).

Tabela 1. Características agrônômicas e fisiológicas de sementes de soja em função das épocas de aplicação de potássio em Bom Jesus, PI.

Época ¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)	IC	Massa mil sementes (g)	Comprimento de plântulas (cm)
100% na semeadura	3.714 ^{ns}	0,72 ^{ns}	145 ^{ns}	9,4 ^{ns}
50% plantio + 50% 30 DAS	3.815	0,75	150	9,6
100% aos 30 DAS	3.867	0,80	151	8,9
50% 20 DAS + 50% 40 DAS	3.707	0,74	146	9,2
C.V. (%)	9,8	11,5	14,2	16,1
Época	Massa seca de plântulas (g)*	IV	Primeira contagem (%)	Germinação (%)
100% na semeadura	0,40 ^{ns}	14,2 ^{ns}	73 ^{ns}	78 ^{ns}
50% plantio + 50% 30 DAS	0,35	13,5	69	74
100% aos 30 DAS	0,34	13,0	71	76
50% 20 DAS + 50% 40 DAS	0,37	13,1	70	75
C.V. (%)	8,8	15,2	12,4	4,7

^{ns}- não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; IV – índice de velocidade de germinação; * g planta⁻¹; IC – índice de colheita.

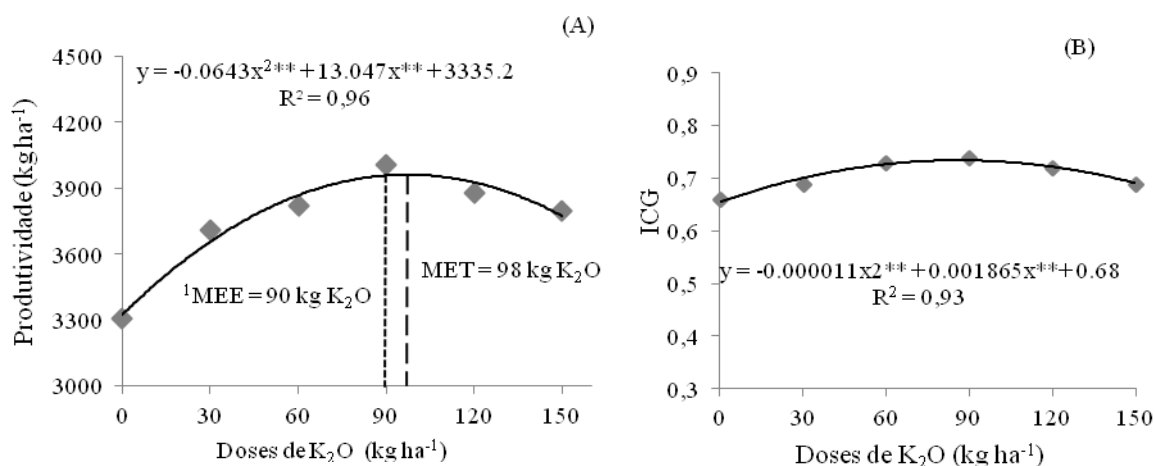
Fonte: Elaboração dos autores.

A inexistência do efeito significativo das épocas de aplicação de K nos parâmetros avaliados pode ser atribuída à utilização pela cultura da soja, das reservas de K-trocável do solo, uma vez que os níveis no solo estavam acima de 70 mg dm^{-3} , o que é considerado ótimo para a região dos cerrados. Para essas condições de solo, no cerrado piauiense, a escolha de se fazer a aplicação do K de forma parcelada ou total na semeadura, deve ser em função dos custos e/ou otimização das operações de aplicação.

A produtividade de sementes foi significativamente influenciada pelas doses de K_2O aplicadas (Figura 2A). A equação se ajustou de maneira quadrática, evidenciando máxima eficiência técnica (MET) de 3.975 kg ha^{-1} , obtida com a dose estimada de 98 kg ha^{-1} de K_2O . Já a máxima

eficiência econômica (MEE), foi obtida com a dose de 90 kg ha^{-1} , resultando a produtividade estimada de 3.967 kg ha^{-1} . Resultados semelhantes foram obtidos por Lana et al. (2002), que verificaram maior produtividade da soja em solos de cerrado com a aplicação de 90 kg ha^{-1} de K_2O , todavia em solo com baixo teor de K. Similarmente Foloni e Rosolem (2008), verificaram maiores produtividades de soja com aplicações de 90 kg ha^{-1} de K_2O em solo com médio teor de K. Adicionalmente, Gonçalves Júnior et al. (2010), verificaram maior produtividade da soja com aplicação de 120 kg ha^{-1} de K_2O em solos com médio teor de K. No entanto, Aratani, Lazarini e Marques (2007) e Bernardi et al. (2009), não verificaram efeito da aplicação de K_2O em solo com teor de K classificado de médio a alto, resultado contrário ao obtido neste trabalho.

Figura 2. Produtividade (A) e índice de colheita de sementes (B) da cultura da soja em função de doses de potássio, em Bom Jesus, PI. MET: máxima eficiência técnica. MEE: máxima eficiência econômica. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t” de Student. ¹Cálculo pelos preços em Bom Jesus, PI na safara 2010/2011: $\text{K}_2\text{O} = \text{R\$ } 0,84 \text{ kg}^{-1}$; soja = $\text{R\$ } 0,66 \text{ kg}^{-1}$.



Fonte: Elaboração dos autores.

Ficam claramente evidenciados, os resultados controversos, quanto às épocas de aplicação e as doses de K a serem utilizadas em solos na região dos cerrados. Esses resultados reforçam a necessidade de se definir a adubação potássica em função das condições edafoclimáticas específicas, não podendo

extrapolar recomendações de fertilizantes de outras regiões. A ausência de efeito crescente verificado na produtividade com aplicações acima de 97 kg ha^{-1} de K_2O , pode estar associado ao desbalanço nutricional do K com Ca e Mg. De acordo com Marschner (1995), a absorção de elevadas quantidades de K,

podem reduzir a absorção ou a disponibilidade fisiológica de Ca e Mg.

Diante disso, os teores de K no solo, não devem ser analisados por si só, para a recomendação de fertilizantes, devendo ser considerado os teores de Ca e Mg. Considerando a equação adaptada de Castro e Meneghelli (1989), em que a classe de resposta de um solo à adubação potássica é em função do equilíbrio entre as bases, ou seja, resposta a $K = K/\sqrt{(Ca + Mg)(cmol_c\ dm^{-3})}$. Assim, o solo do presente estudo apresenta alta capacidade de resposta, pois a classe de resposta a K de acordo com a fórmula descrita apresentou valor 0,12. Nesse sentido, pode ser explicada em parte a resposta da cultura da soja a aplicação de K no presente estudo, mesmo com os teores de K no solo se enquadrando como médio (77 mg dm^{-3}), pela classificação dos solos de cerrados para culturas anuais.

O índice de colheita (IC) seguiu a mesma tendência da produtividade de sementes, sendo a equação ajustada de forma quadrática, em que o máximo valor de IC (0,74) foi proporcionado com a dose de 84 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 2B). Comportamento quadrático no ICG, também foram verificados por Sant'Ana, Santos e Silveira. (2011) para a cultura do feijoeiro com aplicações de N. O IC expressa a eficiência da cultura em converter a fitomassa em produtividade de órgãos de interesse comercial. De acordo com Fageria e Santos (2008) há correlação positiva entre IC e produtividade. Esses resultados demonstram que houve satisfatória eficiência na translocação de fotoassimilados das folhas para as sementes.

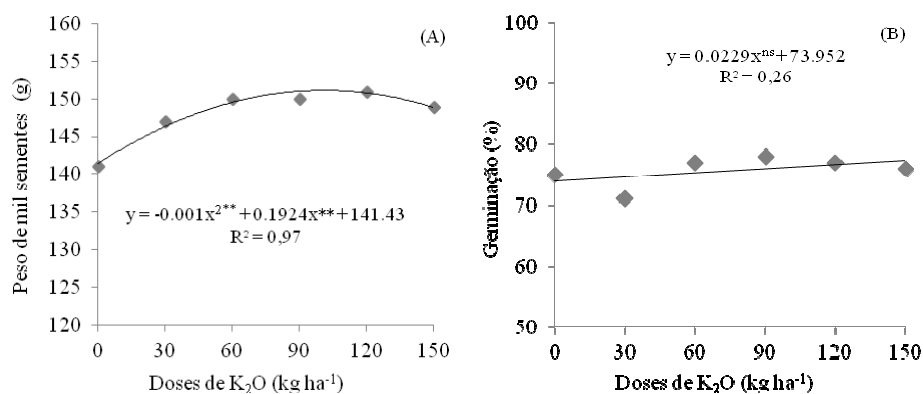
Houve efeito significativo dos níveis de adubação potássica sobre os parâmetros de qualidade de sementes avaliados, exceto para germinação e índice de velocidade de germinação, os quais apresentaram valores médios de 73% e 11,

respectivamente (Figuras 3 B, 4 B). Outros autores também não obtiveram resposta significativa para a germinação de sementes trabalhando com doses crescentes de K (TANAKA et al., 1997; PEDROSO NETO; REZENDE, 2005). Contudo, Jeffers, Schmitthenner e Kroetz (1982) verificaram aumento na porcentagem de germinação e de plântulas normais com uso de doses crescentes de potássio na soja.

Os testes de massa de mil sementes, primeira contagem da germinação, comprimento e massa seca de plântulas (Figuras 3 A, 4 A e 5 A e B) revelaram efeitos significativos das doses de K_2O , com ajuste de equações quadráticas para a massa de mil sementes e primeira contagem e equações lineares para comprimento e massa seca de plântulas. A massa de mil sementes e a primeira contagem atingiram, respectivamente, valores máximos de 150,7g e 73% com as doses de 96,2 e 133 kg ha^{-1} de K_2O . Entretanto, o comprimento e a massa seca de plântulas aumentaram à medida que se elevaram as doses de potássio, atingindo valores de 10 cm e 0,411g por plântula, respectivamente. Toledo et al. (2011) verificaram resultados semelhantes, ao constatarem efeito significativo da aplicação de doses crescentes de potássio sobre as mesmas variáveis estudadas da presente pesquisa, em um Oxisol com baixo teor de potássio. Similarmente, Khan et al. (2004), também verificaram efeitos positivos de K na qualidade e peso de mil sementes de canola.

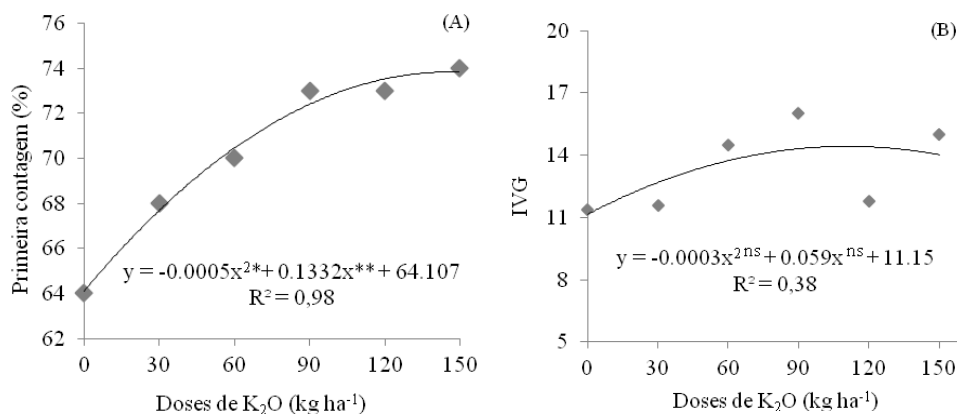
O vigor de sementes, segundo Mascarenhas et al. (1988) é afetado positivamente pelo potássio. Essa afirmação foi constatada no presente trabalho e reforçada por Pedroso Neto e Rezende (2005) ao verificarem que o vigor de sementes foi afetado significativamente pelas doses de K_2O . Esses resultados corroboram a afirmação de Snyder e Ashlock (1996), de que a deficiência de K pode prejudicar a qualidade de sementes.

Figura 3. Massa de mil sementes (A) e germinação(B) de sementes de soja produzidas com diferentes doses de potássio, em Bom Jesus, PI. ^{ns} não significativo e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t” de Student.



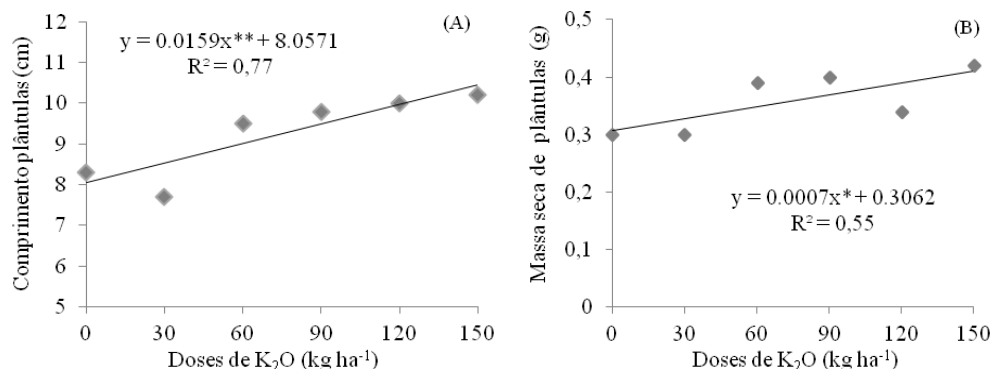
Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 4. Primeira contagem da germinação (A) e índice de velocidade de germinação(B) de sementes de soja produzidas com diferentes doses de potássio, em Bom Jesus, PI. ^{ns} não significativo; ** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste “t” de Student.



Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 5. Comprimento de plântulas (A) e massa seca de plântulas (B) de soja oriundas de sementes produzidas com diferentes doses de potássio, em Bom Jesus, PI. ** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste “t” de Student.



Fonte: Elaboração dos autores.

Atualmente há uma busca constante por formulações e fontes de adubos que venham propiciar altas produtividades. Entretanto, esses estudos geralmente não visam analisar os efeitos destas práticas culturais na qualidade e vigor dessas sementes produzidas. Nesse sentido, a literatura apresenta respostas controversas. Moterle et al. (2009) constataram que a distribuição de 480 kg ha⁻¹ da formulação 0-25-25 na linha juntamente com as sementes a 3 cm da superfície do solo não provocou efeito salino prejudicial à emergência das plântulas de soja. Contudo, Moraes e Menezes (2003), em condições de estresse hídrico, observaram que o aumento da concentração salina com KCl ocasionou redução na germinação e vigor das sementes de soja. Resultados semelhantes também foram verificados por Farias et al. (2003), Fanti e Perez (2004) e Moterle et al. (2006), porém trabalhando com sementes de milho, paineira e milho-pipoca, respectivamente. Já no presente trabalho não houve resposta significativa da adubação potássica para a germinação, mas houve aumento significativo no vigor das sementes.

Diante disso, fica claramente evidenciado a interferência específica das condições edafoclimáticas de cada região na produtividade e na qualidade de sementes de soja. Dentre os fatores edáficos e climáticos que podem proporcionar resultados divergentes nas diferentes regiões, mesmo que dentro do mesmo Bioma estão: a classe de solo (mineralogia), sistemas de cultivos, temperatura e precipitação. É importante destacar, que a precipitação interfere diretamente no manejo adotado, uma vez que em condições de entressafra com baixos índices pluviométricos predomina sistemas de manejo diferenciado, como é o caso do cerrado piauiense, que devido à baixa precipitação no período da entressafra o sistema predominante é o da semeadura direta e não o plantio direto.

Conclusões

As épocas de aplicação de K não interferem na produtividade e qualidade das sementes de soja produzidas no cerrado piauiense. As doses de potássio influenciam a produtividade e o vigor das sementes de soja, sendo os melhores resultados verificados com a aplicação de 80 a 95 kg ha⁻¹ de K₂O.

Referências

- ARATANI, R. G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R. R. Adubação potássica na cultura da soja em duas épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 2, n. 3, p. 208-211, 2007.
- ASSISTAT. Programa de análises estatísticas. Versão 7.7. Campina Grande: UAEG-CTRN-UFCG, 2008.
- AZEVEDO, D. M. P. de; LEITE, L. F. C.; TEIXEIRA NETO, M. L.; DANTAS, J. S. Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo e distribuição do sistema radicular da soja sob diferentes sistemas de preparo no cerrado maranhense. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 32-40, 2007.
- BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.; LEANDRO, W. M.; MESQUITA, T. G. S.; FREITAS, P. L.; CARVALHO, M. C. S. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 158-167, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 2, p. 213-220, 2000.
- CASTRO, A. F.; MENEGHELLI, N. A. As relações K⁺/(Ca²⁺+Mg²⁺)^{1/2} e +/(Ca²⁺+Mg²⁺) no solo e as respostas a adubação potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 6, p. 751-760, 1989.
- COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2012/Companhia Nacional de Abastecimento*. Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_16_14_32_01_boletim_portugues_-_setembro_2013.pdf>. Acesso em: 29 out. 2013.

- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos. Yield physiology of dry bean. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 31, n. 6, p. 983-1004, 2008.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, 2004.
- FARIAS, C. R. J.; DEL PONTE, E. M.; DAL MAGRO, T.; PIEROBOM, C. R. Inibição de germinação de sementes de trigo e milho em teste de sanidade em substrato de papel. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 141-144, 2003.
- FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1549-1561, 2008.
- FONTES, P. C. R. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa: UFV, 2001. 122 p.
- GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A. de; COELHO, G. F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010.
- GUARESCHI, R. S.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA, A. C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e a lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 4, p. 769-774, 2008.
- JEFFERS, D. L.; SCHMITTHENNER, A. F.; KROETZ, M. E. Potassium fertilization effects on *Phomopsis* seed infection, seed quality and yield of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, v. 74, n. 5, p. 886-890, 1982.
- KHAN, H. Z.; MALIK, M. A.; SALEEM, M. F.; AZIZ, I. Effect of different potassium fertilization levels on growth, seed yield and oil contents of canola (*Brassica napus* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, Islamabad, v. 6, n. 3, p. 557-559, 2004.
- LANA, R. M. Q.; HAMAWAKI, O. T.; LIMA, L. M. L.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de cerrado. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 8, n. 2, p. 17-23, 2002.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.
- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E. A.; MIRANDA, M. A. C.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BRAGA, N. R. Deficiência de K em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. *O Agrônomo*, Campinas, v. 40, n. 1, p. 34-43, 1988.
- MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 219-226, 2003.
- MOTERLE, L. M.; LOPES, P. de C.; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 28, n. 03, p. 169-176, 2006.
- MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F. dos; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C. A.; LANA, M. do C. Influência da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 256-265, 2009.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-21.
- PACHECO, L. P.; PETTER, F. A. Benefits of cover crops in soybean plantation In: TZI BUN, N. G. (Ed.). *Brazilian cerrados*. Rijeka: Soybean – Applications and Technology, 2011. p. 67-94.
- PEDROSO NETO, J. C.; REZENDE, P. M. Doses e modos de aplicação de potássio na produtividade de grãos e qualidade de semente de soja (*Glycine Max* (L), Merrill). *FAZU em Revista*, Uberaba, v. 5, n. 2, p. 27-36, 2005.
- RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.
- RHEINHEIMER, D. S.; SILVA, L. S.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J. B. R. Desafios da fertilidade do solo: modelo e interdisciplinaridade. *Boletim Informativo da SBCS*, Viçosa, v. 32, p. 28-36, 2007.
- SACRAMENTO, L. V. S.; ROSOLEM, C. A. Eficiência de absorção e utilização de potássio por plantas de soja em solução nutritiva. *Bragantia*, Campinas, v. 57, n. 2, p. 355-365, 1998.

- SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Eficiência de uso de nitrogênio em cobertura pelo feijoeiro irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 458-462, 2011.
- SNYDER, C.; ASHLOCK, L. O. Late-season potassium deficiency symptoms in Southern soybeans. *Better Crops With Plant Food*, Atlanta, v. 80, n. 2, p. 10-11, 1996.
- TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A., MURUOKA, T.; GALLO, P. B. Changes in soybean quality resulting from applications of lime and potassium fertilizer. *Plant nutrition*, New York, v. 20, n. 6, p. 943-944, 1997.
- TOLEDO, M. Z.; CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 33, n. 2, p. 363-371, 2011.
- WATANABE, R. T.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. B.; SEIFERT, A. L.; SANTIAGO, D. C.; CRESTE, J. E.; HARADA, A.; CUCOLOTTI, M. Produtividade da cultura da soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 4, p. 477- 484, 2005.

