

# Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão<sup>1</sup>

## *Potassium as topdressing in maize and the residual effects on soybean grown in succession*

Tiago de Lisboa Parente<sup>2\*</sup>, Edson Lazarini<sup>3</sup>, Sheila Caioni<sup>4</sup>, Luiz Gustavo Moretti de Souza<sup>5</sup>, Raul Sobrinho Pivetta<sup>6</sup>, João William Bossolani<sup>7</sup>

**Resumo:** O potássio (K) é o segundo nutriente mais extraído pela maioria das culturas agrícolas, podendo influenciar na frutificação, peso de grãos e em outros processos fisiológicos. No entanto, ainda há questionamentos quanto ao seu possível efeito residual em áreas de plantio direto. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência imediata do K no milho, segunda safra, e o possível efeito residual na cultura da soja cultivada em sucessão no sistema plantio direto. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com nove doses de K<sub>2</sub>O em cobertura (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> na forma de KCl), aplicadas no estágio vegetativo V6 no milho, com quatro repetições. O estudo foi desenvolvido em área de Cerrado. Foram avaliados os caracteres morfológicos e produtivos nas duas culturas. Houve aumento na produtividade de milho até a dose de máxima eficiência técnica de 89 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e na soja até 80 kg ha<sup>-1</sup>, além do aumento no número de vagens por planta e na massa de mil grãos. Os resultados evidenciam, assim, o efeito residual do K no cultivo da soja em sucessão.

**Palavras-chave:** Adubação potássica. Doses. *Glycine max.* *Zea mays*.

**Abstract:** Potassium (K) is the second most-extracted nutrient by the majority of agricultural crops, and can influence fruiting, grain weight and other physiological processes. However, there are still questions regarding possible residual effects in areas of direct seeding. The aim of this study therefore, was to evaluate the immediate effects of K on second-crop maize, and the possible residual effect on soybean crops grown in succession under a no-tillage system. The experimental design was of randomised blocks with nine doses of K<sub>2</sub>O as topdressing (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120 and 150 kg ha<sup>-1</sup>), in the form of KCl applied in the V6 vegetative growth stage of the maize, with four replications. The study was carried out in an area of Cerrado, with soybean grown in succession. Morphological and production characteristics were evaluated in the two crops. There was an increase in maize productivity up to the dose of maximum technical efficiency, 89 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, and in the soybean, up to 80 kg ha<sup>-1</sup>, in addition to the increase in the number of pods per plant and thousand grain weight. The results therefore, demonstrate the residual effect of K in soybean crops grown in succession.

**Key words:** Potassium fertilisation. Doses. *Glycine max.* *Zea mays*.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 24/01/2016 e aprovado em 04/09/2016

<sup>1</sup>Continuação de projeto de iniciação científica PIBIC/CNPq

<sup>2</sup>Doutorando em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), UNESP/FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil - tiago.c4@hotmail.com

<sup>3</sup>Prof. Dr. Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), UNESP/FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil - lazarini@agr.feis.unesp.br

<sup>4</sup>Doutoranda em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), UNESP/FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil - sheila\_caioni@hotmail.com

<sup>5</sup>Doutorando em Agronomia, Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, UNESP/FCA, Botucatu, SP, Brasil - souzamoretti@gmail.com

<sup>6</sup>Doutorando em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), UNESP/FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil - raulspivetta@hotmail.com

<sup>7</sup>Mestrando em Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia (DFTASE), UNESP/FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil - joawilliam\_shk@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O potássio (K) é o segundo nutriente mais absorvido pelas plantas (VILELA *et al.*, 2004) sendo essencial na ativação de várias enzimas que atuam nos processos de fotossíntese e respiração. Nos solos tropicais, os teores de  $K^+$  normalmente encontrados são considerados baixos ( $< 1,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), sendo necessária a utilização de fertilizantes potássicos para complementação (BENITES *et al.*, 2010). Sua deficiência pode acarretar diminuição dos internódios, redução na dominância apical e no crescimento das plantas, além de retardar a frutificação e originar frutos menores e com menos cor (ERNANI *et al.*, 2007).

Na cultura do milho, o K interfere no incremento da massa de grãos e no número de grãos por espiga (COELHO *et al.*, 2007). Por estar presente na forma iônica ( $K^+$ ) no tecido, seu retorno ao solo ocorre logo após a senescência das plantas. Dessa maneira, tem-se a ciclagem da maior parte do K (PAVINATO *et al.*, 2008). Em relação às perdas por lixiviação, deve-se ressaltar que elas diminuem quando a área é cultivada em sistema de plantio direto (SPD), que favorece o acúmulo nas camadas mais superficiais do solo.

O efeito residual de K no solo depende tanto da quantidade que as culturas exportam quanto do processo de lixiviação. Dessa forma, Ferreira *et al.* (2011) afirmam que a disponibilidade de nutrientes para as plantas em sistemas de produção depende da fertilidade do solo e da velocidade de degradação dos resíduos, pois, em cultivos intensivos, o K absorvido pelas plantas permanece a maior parte do tempo no tecido vegetal, não sofrendo erosão ou lixiviação. Assim, as variáveis climáticas, como temperatura e umidade local, afetam a velocidade de liberação do K para o solo. Os autores mencionam que, embora a quantidade absorvida desse nutriente seja elevada, apenas 20% em média é exportado pelos grãos, o restante retorna ao solo pela decomposição da matéria orgânica.

A soja, por sua vez, possui alta taxa de consumo de K e também se mostra eficiente no aproveitamento desse nutriente ao longo do perfil do solo, com quantidades exportadas maiores que nas outras culturas, alcançando mais de 50% do total absorvido (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2013). Veiga *et al.* (2010) salientam que o K apresenta importância na nutrição mineral da cultura da soja, por participar na formação de nódulos e aumentar o teor de óleo. Com isso, a aplicação de K em maiores quantidades no cultivo do milho pode favorecer a soja em sucessão, a ponto de reduzir a necessidade desse nutriente via fertilizante mineral, sendo esta prática benéfica para ambas as culturas.

Dessa forma, a hipótese que fundamenta esse trabalho é de que a utilização de doses crescentes de K no milho safrinha proporciona maior efeito residual na cultura subsequente. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de K na cultura do milho e seu efeito residual na soja cultivada em sucessão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no município de Selvíria-MS, nas coordenadas geográficas  $20^{\circ}20'05''S$  e  $51^{\circ}24'26''W$ , com 335 m de altitude. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Aw, tropical úmido com nítidas estações, sendo chuvosa no verão e seca no inverno. A temperatura média situa-se em  $25^{\circ}C$ , com 1.330 mm de precipitação anual. Os dados de levantamento climático referente ao período do experimento podem ser encontrados na Figura 1.

A área experimental vem sendo cultivada em sistema de plantio direto há seis anos. O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento em campo, foi realizada amostragem do solo na camada de 0 – 0,20 m para análise química, de acordo com a metodologia descrita por Raij (2011), cujos resultados foram: P (resina) -  $22 \text{ mg dm}^{-3}$ , MO -  $21 \text{ g dm}^{-3}$ , pH ( $CaCl_2$ ) - 5,5, K -  $1,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Ca -  $22 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , Mg -  $19 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , H+Al -  $22 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , SB -  $42,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , CTC -  $64,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e V% - 66.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas doses de  $K_2O$  (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ), aplicadas em filete contínuo ao lado das plantas de milho. Cada parcela apresentava as dimensões de 10,0 m de comprimento por 3,5 m de largura, sendo as duas linhas centrais, descartando-se 1,0 m em cada extremidade, como área útil. A adubação potássica foi realizada apenas na cultura do milho segunda safra, enquanto que a cultura da soja foi semeada em sucessão sem aplicação de K, para avaliação do efeito residual.

O milho, segunda safra, foi semeado em 03/04/2013, utilizando-se seis sementes por metro, em espaçamento 0,90 m entre linhas, com quatro linhas por parcela. A irrigação, empregando pivô central, foi realizada a cada três dias quando não havia registro de precipitação, com uma lâmina de água de aproximadamente 14 mm. O híbrido utilizado foi o DKB 390 Pro2, e na adubação de plantio aplicou-se  $311 \text{ kg ha}^{-1}$  de superfosfato simples. Aos 33 DAS, no estágio V6, realizou-se adubação nitrogenada de cobertura em área total com  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na forma de ureia (46% de N). O K também foi aplicado na mesma época, de acordo com as doses de cada tratamento, tendo como fonte o KCl (60% de  $K_2O$ ).

O pendoamento da cultura ocorreu em 14/06/2013 (72 DAS) e a colheita foi realizada após a maturação fisiológica, com cerca de 13 a 15% de umidade dos grãos. Antes da colheita determinou-se o estande de plantas por parcela. Para as alturas de inserção da espiga e de planta, foi realizada aferição com régua graduada, realizando a medição do solo até a base da espiga e do solo até a base da última folha, respectivamente, avaliando-se 10 plantas por parcela. Todas as espigas da área útil foram colhidas e trilhadas mecanicamente, com posterior determinação

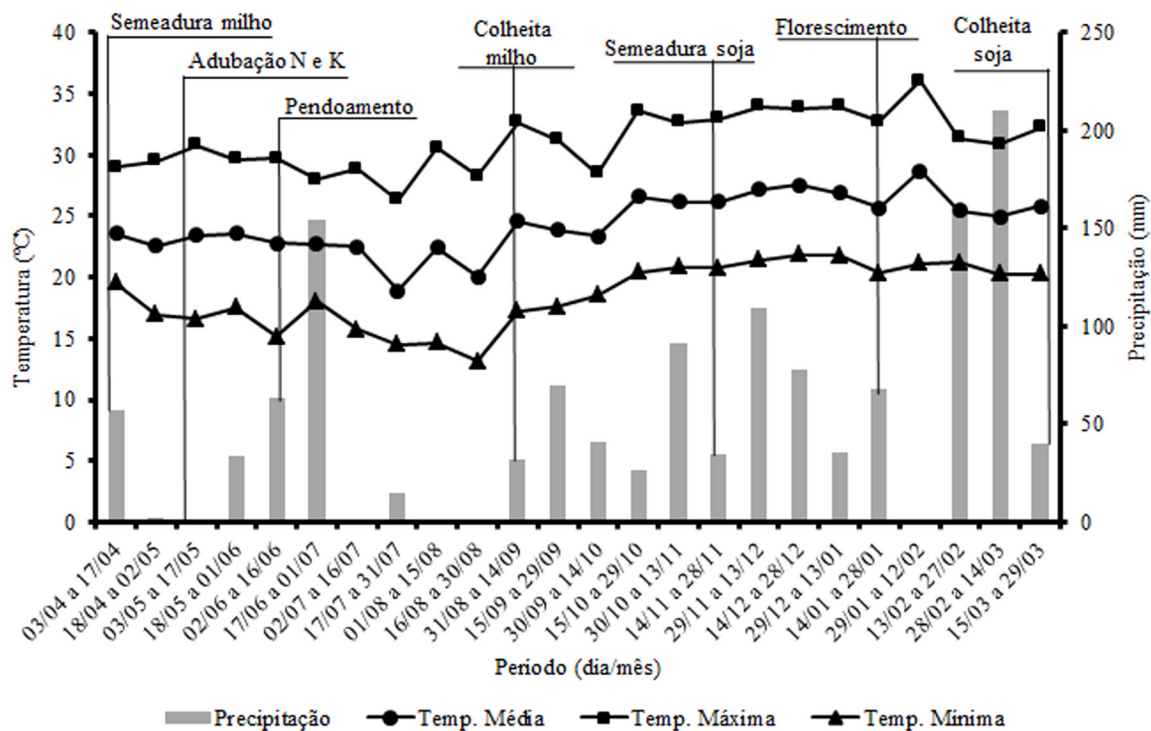


Figura 1 - Dados climáticos de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima, registrados durante a condução do experimento. Selvíria - MS, 2013/2014.

Figure 1 – Climatic data of rainfall, maximum temperature, average and minimum recorded during the conduction of experiment. Selvíria – MS, 2013/2014.

do teor de umidade dos grãos. Realizou-se o cálculo da produtividade por hectare e a determinação da massa de mil grãos, empregando contador eletrônico, para posterior pesagem em balança de precisão (0,01g), corrigindo-se a umidade para 13%.

A soja foi semeada, em sucessão, no dia 15/11/2013, utilizando-se a cultivar BRS Valiosa RR, com cerca de 12 sementes por metro linear, em espaçamento 0,45 m entre linhas e sete linhas por parcela. As sementes foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e a adubação de semente foi feita com 320 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples. As parcelas do segundo experimento foram alocadas exatamente sobre as do milho cultivado anteriormente, com objetivo de constatar o efeito residual do K na soja. A área útil de cada parcela compreendeu as três linhas centrais, descartando-se 1,0 m nas extremidades.

O florescimento da cultura ocorreu em 17/01/2014 (64 DAS) e a colheita foi realizada em 28/03/2014 (134 DAS). Durante a colheita foram coletadas dez plantas na área útil para determinação da altura da planta e primeira vagem, números de ramos e de vagens por planta. Foram colhidos manualmente seis metros em cada parcela e trilhados em trilhadora mecânica para determinação da produtividade, com posterior correção da umidade para 13% (base úmida).

Coletou-se ainda uma sub-amostra para contagem dos grãos em contador eletrônico e determinação da massa de mil grãos em balança eletrônica de precisão (0,01 g).

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), e, quando houve diferença significativa, realizou-se o estudo de regressão polinomial ( $p \leq 0,05$ ). A análise estatística foi realizada com auxílio do software SISVAR® 5.0 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores médios e teste F para as variáveis morfológicas e produtivas do milho. Para altura de inserção da espiga, houve comportamento linear ( $p \leq 0,01$ ) em função das doses de K<sub>2</sub>O (Figura 2A). Porém, para o estande e altura de plantas, não houve efeitos significativos das doses testadas, obtendo-se em média 45.096 plantas ha<sup>-1</sup> e 1,45 m, respectivamente. O mesmo resultado foi verificado por Barbosa *et al.* (2011) e Valderrama *et al.* (2011), testando doses de K<sub>2</sub>O sobre o mesmo híbrido em região de Cerrado, corroborando, assim, com o presente estudo.

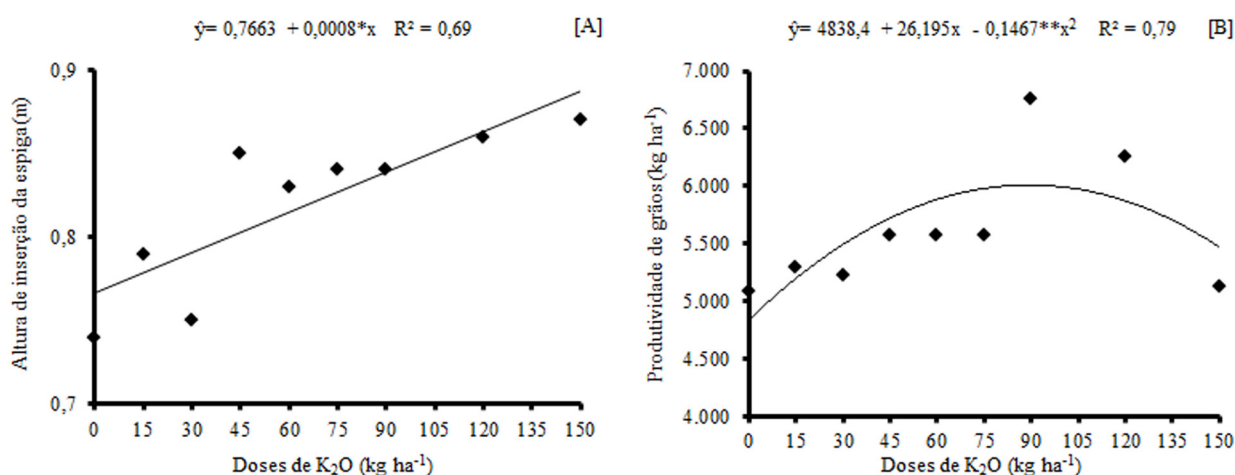
O efeito dos tratamentos na altura de inserção da espiga pode ser explicado devido ao K ser ativador de mais de 60

**Tabela 1** - Resultados da análise da variância (ANOVA) para as variáveis morfológicas e produtivas no híbrido de milho DKB 390 Pro2, cultivado em segunda safra com diferentes doses de  $K_2O$ . Selvíria – MS, 2013/2014  
**Table 1** - Results of the analysis of variance (ANOVA) for morphological and production variables in the maize hybrid, DKB 390 Pro2, as second crop, under different doses of  $K_2O$ . Selvíria, MS, 2013/2014

Variáveis	Unidade	Quadrado Médio	CV (%)	Média Geral	Teste F
Estande	(plantas $ha^{-1}$ )	35574300	4,22	45.096	9,81 <sup>ns</sup>
Altura de planta	(m)	0,0061	3,97	1,45	1,83 <sup>ns</sup>
Altura de inserção	(m)	0,0088	5,80	0,82	3,91 <sup>**</sup>
Massa de mil grãos	(g)	400,45	8,07	251	0,97 <sup>ns</sup>
Produtividade	( $kg\ ha^{-1}$ )	1259001	11,1	5.626	3,22 <sup>*</sup>

<sup>ns</sup>, \* e \*\* são, respectivamente, não significativo, significativo a 5% e a 1% pelo Teste F.

<sup>ns</sup>, \* and \*\* are respectively, not significant, at 5%, and significant at 1% probability by F-test.



**Figura 2** - Altura de inserção da espiga (A) e produtividade de grãos de milho (B), híbrido DKB 390 Pro2, em função de doses de K aplicadas em cobertura. Selvíria – MS, 2013/2014.

**Figure 2** – Height of ear insertion (A) and grain productivity (B), in the maize hybrid, DKB 390 Pro2, for doses of K applied as topdressing. Selvíria, MS, 2013/2014.

enzimas na planta, sendo importante na expansão do volume celular e transporte de íons até as células meristemáticas (PRADO, 2008). Assim, a maior disponibilidade de K elevou linearmente a altura de inserção das espigas.

A massa de mil grãos não se diferenciou em função das doses de  $K_2O$  ( $p > 0,05$ ), apresentando média de 0,25 kg (Tabela 1). Entretanto, para a produtividade de grãos foi observada diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), como demonstra a Tabela 1, ocorrendo comportamento quadrático (Figura 2B). A dose de máxima eficiência técnica (DMET) foi de 89  $kg\ ha^{-1}$ , e a produtividade de 6.007  $kg\ ha^{-1}$  de grãos.

As doses superiores a DMET causaram redução na produtividade em razão, possivelmente, devido ao

desbalanço no complexo sortivo, principalmente entre os cátions  $K^+$ ,  $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$ . Rodrigues *et al.* (2014), testando doses crescentes de  $K_2O$  até 120  $kg\ ha^{-1}$ , utilizando KCl na mesma região deste estudo, constataram a máxima produtividade da cultura com aplicação de 85,3  $kg\ ha^{-1}$ , reforçando os resultados obtidos no presente estudo.

Para a cultura da soja cultivada em sucessão, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na altura da planta e inserção da primeira vagem em função das doses de  $K_2O$ , como demonstra a Tabela 2.

A altura das plantas de soja é influenciada pelo tempo de duração do período vegetativo, sendo requerida no mínimo 0,60 m de altura, para redução das perdas de grãos durante

**Tabela 2** - Resultados da análise da variância (ANOVA) para as variáveis morfológicas e produtivas para da cultivar de soja BRS Valiosa RR, cultivada em sucessão ao milho segunda safra. Selvíria – MS, 2013/2014

**Table 2** - Results of the analysis of variance (ANOVA) for morphological and production variables in the soybean cultivar, BRS Valiosa RR, grown in succession to second-crop maize. Selvíria – MS, 2013/2014

Variáveis	Unidade	Quadrado Médio	CV (%)	Média Geral	Teste F
Altura de planta	(m)	0,0034	6,31	1,02	0,83 <sup>ns</sup>
Altura de inserção	(m)	0,0039	21,28	0,25	1,31 <sup>ns</sup>
Número de ramos	-	1,7252	23,03	2,1	7,18 <sup>**</sup>
Número de vagens	-	491,41	19,13	73	2,50 <sup>*</sup>
Massa de mil grãos	(g)	157,48	3,89	145,7	4,89 <sup>**</sup>
Produtividade	(kg ha <sup>-1</sup> )	268229	7,36	2.939	5,72 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup>, \* e \*\* são, respectivamente, não significativo, significativo a 5% e a 1% pelo Teste F.

<sup>ns</sup>, \* and \*\* are respectively, not significant, at 5%, and significant at 1% probability by F-test.

a colheita mecanizada (SILVEIRA NETO *et al.*, 2005). A altura média observada foi de 1,02 m, portanto, acima do mínimo requerido para a cultura.

O número de ramos por planta foi afetado significativamente ( $p \leq 0,01$ ) pelas doses de K<sub>2</sub>O. Esse caractere pode influenciar diretamente no número de vagens, pois com maior quantidade de ramificações tem-se maior número de gemas com potencial de desenvolver legumes.

Na Figura 3A tem-se o ajuste quadrático para o número de ramos em função das doses de K<sub>2</sub>O. A dose de máxima eficiência técnica foi de 128 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, obtendo-se 2,7 ramos por planta. O mesmo padrão de resposta foi verificado para o número de vagens por planta (Figura 3B), sendo a dose de máxima eficiência técnica de 99 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, obtendo-se 80 vagens por planta. Esses resultados evidenciam a ocorrência de efeito residual para a cultura, mesmo em área com teor médio de K.

Em relação à dinâmica desse nutriente, Silva e Lazarini (2014) afirmam que em regiões produtoras onde a adubação potássica é realizada conforme recomendação para cultura, o teor de K no solo pode se estabilizar com o passar dos cultivos. No entanto, os autores ressaltam que se deve levar em conta as perdas por lixiviação, erosão e a exportação pela colheita, e não apenas a quantidade que a cultura utiliza para o seu desenvolvimento. No presente trabalho, fica evidente que essas perdas comprometem a produtividade, pois a adubação potássica aumentou significativamente os componentes produtivos, tanto do milho quanto da soja.

Oliveira Júnior *et al.* (2013) chamam atenção para a exportação de K pela colheita, afirmando que, mesmo em solos com alto teor de K, a adubação deve ser feita no mínimo para repor a quantidade extraída pela cultura. Caso contrário, parte do nutriente absorvido será das reservas do solo, e, após alguns cultivos, podem surgir reboleiras com sintomas de deficiência. Werle *et al.* (2008) reforçam que o

correto manejo da adubação potássica no solo pode reduzir as perdas desse nutriente e evitar o seu esgotamento. Assim, esses resultados reforçam a importância de trabalhos em relação ao comportamento do K no solo.

Na Figura 3C ocorreu ajuste quadrático para a massa de mil grãos em função de doses de K. A dose de máxima eficiência técnica foi de 88 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, obtendo-se 150 g para a massa de mil grãos.

Em relação à produtividade de grãos da soja, houve ajuste quadrático, como demonstra a Figura 3D, sendo a dose de máxima eficiência técnica de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com produtividade de 3.197 kg ha<sup>-1</sup>, representando um aumento de 618 kg ha<sup>-1</sup> em comparação com a testemunha (cerca de 23,9% a mais).

O incremento na produtividade de grãos, provavelmente, deve-se ao efeito residual da adubação potássica realizada no milho, pois o K não exerce função estrutural na planta, sendo facilmente liberado pelos restos culturais em decomposição. Diferente de outros nutrientes, como, por exemplo, o N, que é imobilizado pelos microrganismos decompositores, tornando-se indisponível às plantas por algum tempo. Segundo Rosolem *et al.* (2006), o K dos restos vegetais pode contribuir consideravelmente para a nutrição das plantas. Nesse sentido, Galvão *et al.* (2013) realizaram estudos com adubação potássica em sorgo e constataram aumento na produtividade de feijão cultivado em sucessão pelo efeito residual do K. Rodrigues *et al.* (2013), também, observaram efeito residual da adubação potássica aplicada no milho para o feijão, cultivado em sucessão.

Assim como no milho, a partir da DMET de K<sub>2</sub>O, não houve mais incremento na produtividade da soja. Esses resultados também são reforçados por Lana *et al.* (2002), que, aplicando K<sub>2</sub>O na cultura da soja em área de Cerrado, observaram resposta quadrática positiva até

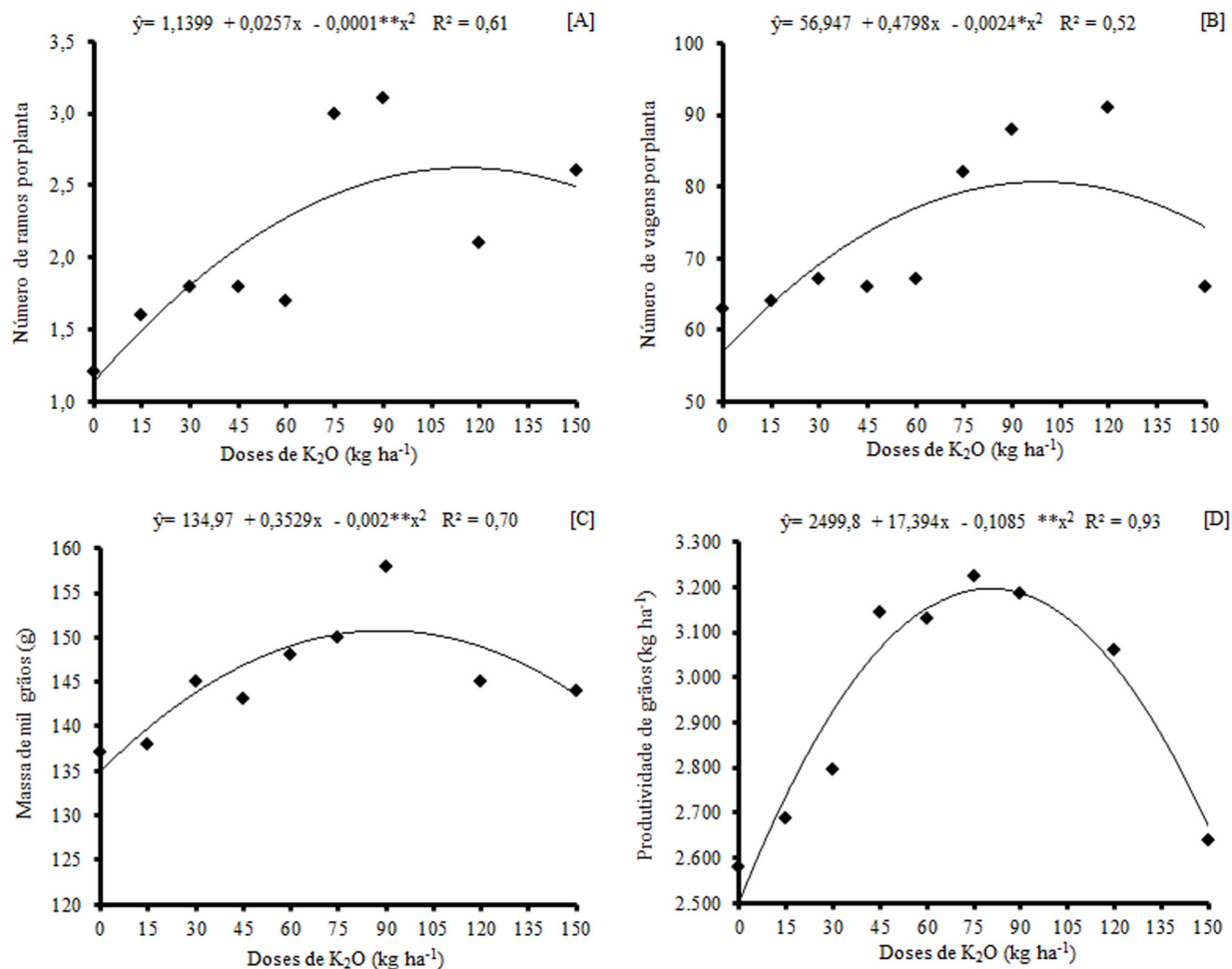


Figura 3 - Número de ramos por planta (A), número de vagens por planta (B), massa de mil grãos (C) e produtividade de grãos (D) na cultivar de soja BRS Valiosa RR, cultivada em sucessão ao milho segunda safra adubado com diferentes doses de K aplicadas em cobertura. Selvíria – MS, 2013/2014.

Figure 3 - Number of branches per plant (A), number of pods per plant (B), 1000-grain weight (C) and grain productivity (D) in the soybean cultivar, BRS Valiosa RR, grown in succession to second-crop maize fertilised with different doses of K applied as topdressing. Selvíria, MS, 2013/2014.

90 kg ha<sup>-1</sup>, resultando em maior produtividade. O mesmo fato foi verificado por Petter *et al.* (2012) e Serafim *et al.* (2012), que, testando adubação potássica na soja, obtiveram respostas positivas para a massa de grãos e rendimento de grãos em função da utilização de K.

## CONCLUSÕES

A adubação potássica em cobertura no milho promove efeito residual na cultura da soja cultivada em sucessão no sistema plantio direto;

Para a máxima produtividade, recomenda-se aplicar 89 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no milho. Doses mais elevadas não aumentam a produtividade da cultura e nem o efeito residual para a soja cultivada em sucessão.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira pela infraestrutura cedida e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida ao primeiro autor.

## LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

- BARBOZA, E.; MOLINE, E.F.V.; BLIND, A.D.; FARIAS, E.A.P.; SCHLINDWEIN, J.A. Desenvolvimento de plantas de milho em função de doses de potássio em um Latossolo de Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 355-361, 2011.
- BENITES, V.M.; CARVALHO, M.C.S.; RESENDE, A.V.; POLIDORO, J.C.; BERNADI, A.C.C.; OLIVEIRA, F.A. Potássio, cálcio e magnésio. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Eds.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba, SP: IPNI, 2010. Cap. 3, p. 137-191.
- COELHO, A.M. FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. **Cultivo do milho**. (Sistemas de produção 1). Brasília, DF: Embrapa CNPMS s/p, 2007.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 352p.
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.de.; SANTOS, F.C.dos. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.de.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 9, p. 551 - 594.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, E.V.O.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M.H.; MARTINS, A.P.; CARVALHO, P.C.F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 161- 169, 2011.
- GALVÃO, J.R.; FERNANDES, A.R.; MELO, N.C.; SILVA, V.F.A.; ALBUQUERQUE, M.P.F.de. Sistemas de manejo e efeito residual do potássio na produtividade e nutrição do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 41 - 49, 2013.
- LANA, R.M.Q.; HAMAWAKI, O.T.; LIMA, L.M.L.de.; ZANAO JUNIOR, L. Resposta da soja a doses e modos de aplicação de potássio em solo de Cerrado. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 17 - 23, 2002.
- OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.de.; OLIVEIRA, F.A.de.; JORDÃO, L.T. **Adubação potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes**. (Informações Agrônomicas n.143). Piracicaba, SP: IPNI, 2013. 10p.
- PAVINATO, P. S.; CARETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 358 - 364, 2008.
- PETTER, F. A.; SILVA, J. A. de.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de.; ALCÂNTARA NETO, F. de.; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. de. Desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 190 - 196, 2012.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, SP: Unesp, 2008. 408p.
- RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba, SP: IPNI, 2011. 420p.
- RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Adubação com KCl revestido na cultura do milho no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 127 - 133, 2014.
- RODRIGUES, M. A. C.; BUZETTI, S.; MAESTRELO, P. R.; LINO, A. C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; GARCIA, C. M. P. Cloreto de potássio revestido em efeito residual no feijoeiro de inverno irrigado na região de cerrado. **Semina**, v. 34, n. 3, p. 1011 - 1022, 2013.
- ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P. dos.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1033 - 1040, 2006.
- SERAFIM, M. E.; ONO, F. B.; ZEVIANE, W. M.; NOVELINO, J. O.; SILVA, J. V. Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 222 - 227, 2012.
- SILVA, A. F.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Semina**, v. 35, n. 01, p. 179 - 192, 2014.
- SILVEIRA NETO, A. N.; OLIVEIRA, E. de.; OLIVEIRA, A. B. de.; GODOI, C. R. C. de.; PRADO, C. L. O.; PINHEIRO, J. B. Desempenho de linhagens de soja em diferentes locais e épocas de semeadura em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 103 - 108, 2005.

VALDERRAMA, M.; BUZZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 254 - 263, 2011.

VEIGA, A. D.; PINHO, E. V. R. V.; VEIGA, A. D.; PEREIRA, P. H. A. R.; OLIVEIRA, K. C.; PINHO, R. G. V. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953 - 960, 2010.

VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. de.; SILVA, J. E. Adubação potássica. In.: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap. 7, p. 169-183.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297 - 2305, 2008.