

MOBILIDADE DE POTÁSSIO EM SOLOS SOB DIFERENTES DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO E POTENCIAL DE RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill.)

Potassium Mobility In Soils Under Different Doses And Forms of Application and Source Culture Performance Potential (Glycine max (L.) Merrill.)

Daniel Henrique Zuffo¹

Sibila Renner²

André Sordi³

Alceu Cericato⁴

Kelly Fioreze⁵

Cristiano R. Lajús⁶

RESUMO

O potássio (K) é o segundo nutriente de maior demanda na cultura da soja e exerce funções vitais e melhora o desempenho da lavoura. O aumento da produtividade acarretou a elevação das doses de aplicação, acarretando algumas mudanças nas formas de aplicação desse nutriente. O trabalho teve por objetivo analisar a mobilidade de potássio no solo e potencial de rendimento da soja decorrente da adição de doses de cloreto de potássio submetida a diferentes formas de aplicação. O experimento foi conduzido na safra 2017/2018, na área experimental da Propriedade Renner, interior de Maravilha, SC. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x4, com quatro doses de cloreto de potássio (KCl), (0, 50, 100 e 150% da dose de K₂O) e três formas de aplicação (a lanço antes da semeadura da soja; na base, no sulco de semeadura; e aplicação em cobertura depois da semeadura). Foram avaliados: massa de mil sementes de soja, rendimento da soja, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e o teor de K no solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. A forma de dose de aplicação de K não interferiu no rendimento da cultura, justificando a aplicação na base e acarretando menor custo ao agricultor e menor amassamento da cultura.

Palavras-chave: Desempenho. Aplicação. Cloreto de potássio.

Abstract

Potassium (K) is the second nutrient that soybean crops need to perform their vital functions and improve crop performance. Due to the level of high doses and increase of no-tillage areas in recent years, there have been some changes in the application of this nutrient. Thus, the objective of this work is to analyze the potassium mobility in the soil and the yield potential of soybean due to the addition of doses of potassium chloride submitted to different forms of application. The experiment was conducted in the 2017/2018 harvest, in the experimental area of Renner Property, in the interior of Maravilha - SC. The experiment was carried out in a randomized complete

¹ Graduado em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; daniel_zuffo@hotmail.com

² Graduado em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; sibila_renner@outlook.com

³ Mestre em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná; Professor no Curso de Agronomia da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Maravilha; andre.sordi@unoesc.edu.br

⁴ Doutor em Administração pela Universidade Nacional de Misiones; Mestre em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professor no Curso de Agronomia da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Maravilha; acericato@gmail.com

⁵ Graduanda em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; kelly.fioreze1@gmail.com

⁶ Doutor e Mestre em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo; Professor no Curso de Agronomia da Universidade do Oeste de Santa Catarina; crlajus@hotmail.com

block design in a 3x4 factorial scheme, with four doses of potassium chloride (KCl), (0, 50, 100 and 150% of the K₂O dose), and three forms of application (the sowing of soybeans, at the base, in the sowing groove, application in cover after sowing). The weight of one thousand soybean seeds, soybean yield, number of pods per plant, number of grains per pod and K content in the soil in the 0-10 and 10-20 cm layers were evaluated. The application dose form of K did not interfere in the yield of the crop, justifying the application in the base, resulting in lower costs to the farmer and lower kneading of the crop.

Keywords: Performance. Application. Potassium chloride.

Recebido em 23 de maio de 2019

Aceito em 28 de maio 2019

1 INTRODUÇÃO

A agricultura moderna possui vários desafios, entre eles a manutenção ou aumento da fertilidade do solo como suporte para o desenvolvimento das plantas, necessitando fornecer nutrientes essenciais, entre os quais se tem o potássio (K), que tem sua disponibilidade para as plantas influenciada por diversos fatores, como os solos, a cultura e o clima (NOVAIS *et al.*, 2007).

Em razão do crescente aumento das áreas plantadas no sistema de plantio direto, aumentou-se a necessidade de se conhecer a mobilidade vertical de cada nutriente no solo, principalmente nesse sistema onde os fertilizantes são aplicados nas camadas superficiais, sem incorporação posterior (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007).

Segundo Malavolta (2006), no manejo do potássio deve se ter cuidado com a salinidade no sulco de semeadura em razão da alta solubilidade do Cloreto de potássio (KCl) que, quando aplicado no sulco de semeadura, pode prejudicar a germinação das sementes ou o desenvolvimento das plântulas em decorrência da alta concentração salina. Nessa situação, a água que está disponível no solo, que deveria ser aproveitada no processo de germinação das sementes, não ficará disponível por causa da elevada concentração salina nas proximidades.

Dessa forma, o real dimensionamento de seus teores no solo, o adequado fornecimento por meio da fertilização, o melhor posicionamento quanto às épocas de aplicação do fertilizante e o gerenciamento das culturas em rotação constituem peças-chave no manejo da adubação potássica na cultura da soja.

O potássio encontrado no solo possui pouca mobilidade, portanto, adubações de cobertura devem ser observadas com cuidado, principalmente quando em solos argilosos (VASCONCELLOS, 2000).

A adubação potássica pode ser realizada tanto no sulco de semeadura quanto a lanço (BORKERT *et al.*, 2005), sendo a aplicação a lanço antes da semeadura, preferencialmente em solos de textura argilosa, com teores médios e altos de K.

Em relação à aplicação de K no sulco de semeadura, em razão do alto índice salino, alguns cuidados são recomendados na utilização desse fertilizante. Dentre eles, não aplicar doses superiores a 80 kg ha⁻¹ de K₂O no sulco de semeadura, visando reduzir os riscos do efeito salino sobre a germinação das sementes, principalmente em condições de estresse hídrico (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito das formas e doses de KCl nos componentes de rendimento da soja e a mobilidade vertical de K no solo.

2 DESENVOLVIMENTO

O experimento foi realizado durante o ano agrícola 2017/2018, no Município de Maravilha, SC, na propriedade Renner (26° 48' 13,4" S; 53° 07' 30,36" W; 456 m).

Nas safras anteriores a área era cultivada com as culturas de soja, milho para silagem e aveia branca para pastejo, por meio do sistema de plantio direto consolidado, sendo cultivados para alimentação animal e grãos. O manejo de adubação da área consistia em aplicar adubação química formulada e orgânica com dejetos sólidos suínos, bovinos e cama de aves.

O solo da área é classificado como um Nitossolo Bruno Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018). Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise química e física da área do experimento

Parâmetro	0 – 10 cm	10 – 20 cm	Unidade
Argila	30	29	%
pH (água)	5,2	5,3	-
Índice SMP	5,6	6,0	-
P	23,03	2,99	mg/dm ³
K	185,23	32,69	mg/dm ³
M.O	4,6%	2,7	%
Al	0,10	0,20	cmol/dm ³
Ca	9,36	7,64	cmol/dm ³
Mg	4,02	18,51	cmol/dm ³
CTC	20,75	14,83	cmol/dm ³

Fonte: Terranálise (2017).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x4. Cada tratamento foi composto por três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Cada parcela teve uma área de 10,5 m² (3,0 m de largura x 3,5 m de comprimento), tendo como área total do experimento de 378 m². A área útil por parcela foi de 2 m² (2,0m x 1m), totalizando uma área útil de 6 m² por tratamento. A área útil total foi de 72 m².

Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de Cloreto de potássio (KCl), equivalentes a 0, 50, 100 e 150% da dose de K₂O (SBCS, 2016) e três formas de aplicação potássica, sendo: a lanço antes da semeadura da soja; na base, no sulco de semeadura; e aplicação em cobertura depois da semeadura.

O potássio foi aplicado 15 dias antes do plantio (adubação antes do plantio) e 10 dias depois da semeadura da soja (adubação depois do plantio). A dose de KCl de cada tratamento foi: 0% (0 kg ha⁻¹), 50% (86 kg ha⁻¹), 100% (172 kg ha⁻¹), 150% (258 kg ha⁻¹). A dose equivalente a 100% (172 kg ha⁻¹) corresponde à dose recomendada para uma estimativa de rendimento de 4 mil Kg ha⁻¹ (SBCS, 2016).

A semeadura da soja foi realizada mecanicamente em 02/11/2017, utilizando-se a cultivar 95Y52 DuPont Pioneer[®], com densidade populacional de 340 mil ha⁻¹. O espaçamento foi de 0,50 m nas entrelinhas e densidade de 18 sementes por metro de sulco. A dessecação da área foi realizada 25 dias antes da implantação.

Para analisar a mobilidade de potássio no solo foi coletado o solo da camada de 0-10 cm e de 10-20 cm em três pontos em cada parcela; as coletas de solos foram realizadas após a colheita da soja (final do ciclo). As análises de solo foram realizadas seguindo metodologia proposta por Tedesco *et al.* (1995).

Para determinação do rendimento da cultura da soja, em cada parcela foi colhida de forma manual, sendo cada tratamento e repetição coletada separadamente, com a área útil que corresponde à 2 m² e o rendimento determinado em kg ha⁻¹.

A massa de 1.000 sementes foi avaliada pela contagem de 600 grãos de cada amostra, considerando três repetições; em seguida foi feita a pesagem em balança analítica contabilizando uma média das três repetições.

O número de vagens por planta foi obtido pela contagem das vagens de cinco plantas por parcela, obtendo-se uma média por planta. Posteriormente as vagens foram debulhadas manualmente para quantificar o número médio de grãos por vagens.

As variáveis de rendimento e os teores de K foram submetidos à análise de variância com teste de significância Tukey, considerando a probabilidade de erro ($P \leq 0,05$). As análises foram realizadas com o programa estatístico SISVAR 5.6 (SILVA; AZEVEDO, 2009). Posteriormente os valores foram submetidos à análise de regressão.

Observa-se na Tabela 2 que ocorreu um acréscimo nos teores de potássio, na camada 0-10 cm, em razão do aumento da dose aplicada, sendo os maiores teores obtidos nas doses 100 e 150% da dose de recomendação. Para as formas de aplicação, os maiores teores foram observados quando aplicados na base. Esse comportamento pode estar relacionado ao processo de erosão superficial, que pode ter removido quantidades significativas de potássio da camada superficial. Concordando com Bertol *et al.* (2004), que afirmam perdas consideráveis de potássio tanto nos sedimentos quanto na água de enxurradas, em ambos os manejos de solo, conservacionista e convencional.

Tabela 2 – Avaliação dos teores de potássio na camada de 0-10 cm, submetidos a diferentes doses e formas de aplicação

Dose (%)	Base	Laço antes	Laço depois
	-----mg K dm ⁻³ -----		
0	273,33 Aa	225,00 Ba	255,00 Ba
50	270,00 Aa	240,00 Ba	276,67 Ba
100	256,67 Ab	405,00 Aa	300,00 Bb
150	233,33 Ab	360,00 Aa	420,00 Aa
CV:			16,93%

Fonte: os autores.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($P>0,05$), pelo teste de Tukey.

Na camada 10-20 cm, observa-se na Tabela 3 menores teores comparativamente à camada 0-10 cm, no entanto maiores do que os observados antes da implantação do experimento.

Tabela 3 – Avaliação dos teores de potássio na camada de 10-20 cm, submetidos a diferentes doses e formas de aplicação

Dose (%)	Base	Laço antes	Laço depois
	-----mg K dm ⁻³ -----		
0	90,00 Aa	78,33 Ba	71,67 Ba
50	60,00 Ab	180,00 Aa	55,00 Bb
100	95,00 Aab	123,33 ABa	56,67 Bb
150	80,00 Ab	100,00 Bab	140,00 Aa
CV:			30,39%

Fonte: os autores.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($P>0,05$), pelo teste de Tukey.

Dependendo das condições, tanto de solo quanto climáticas, o K pode ser levado para profundidades além daquelas ocupadas pelas raízes, perdendo-se por lixiviação (SANZONOWICZ; MIELNICZUK, 1985). Dessa maneira, a mobilidade do potássio pode ser dada pela quantidade de água que lixivia no perfil e pela concentração do nutriente na solução do solo (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007).

Em relação à variável rendimento, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4). Esse resultado pode estar relacionado ao fato de o teor de potássio, na camada 0-10 cm, estar alto, dessa forma as doses baixas não afetam de maneira drástica a produtividade.

A falta de correlação dos teores de K com a produtividade, segundo Milanesi (2015), pode estar ligada à restrição hídrica e elevadas temperaturas ocorridas no período experimental. Não há comprovações científicas que a suplementação de K ajude a minimizar as perdas na produtividade em anos de restrição hídrica, apesar de ser responsável pelo fechamento e abertura estomática, na busca por reduzir a perda de água pela planta.

Tabela 4 – Avaliação do rendimento da soja, submetidos a diferentes doses e formas de aplicação

Dose	Base	Laço antes	Laço depois
	-----kg ha ⁻¹ -----		
0	4024,98 ^{ns}	4199,98	4608,32
50	4759,98	4141,64	4508,66
100	4514,98	4701,66	4654,98
150	4561,64	4383,32	4433,32
CV:			8,12%

Fonte: os autores.

Nota: ns: não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Pode-se observar na Tabela 5 que a dose zero, na base, gerou uma diminuição significativa no peso de 1.000 sementes, destacando a importância de se aplicar potássio na base.

Segundo Batistella Filho *et al.* (2013), a deficiência de potássio pode ocasionar a produção de sementes mais leves, o que, além de afetar o rendimento da cultura, pode resultar em plantas mais baixas e menos produtivas no ciclo subsequente.

Tabela 5 – Avaliação Massa de mil sementes de soja, submetidos a diferentes doses e formas de aplicação

Dose	Base	Laço antes	Laço depois
----- gramas -----			
0	187,33 Bb	196,00 Aa	197,67 ABa
50	198,33 Aa	193,00 Aa	197,00 ABa
100	200,33 Aa	196,33 Aa	200,00 Aa
150	190,67 Ba	196,00 Aa	192,33 Ba
CV			1,49%

Fonte: os autores.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente ($P>0,05$), pelo teste de Tukey.

A Anova não revelou diferença significativa ($P>0,05$) entre tratamentos em relação à variável de número de vagens por planta (Tabela 6).

Tabela 6 – Avaliação de número de vagens por planta, submetidos a diferentes doses e formas de aplicação

Dose	Base	Laço antes	Laço depois
----- grãos/planta -----			
0	56,33 ^{ns}	50,54	54,67
50	62,27	55,67	46,93
100	59,53	53,27	52,87
150	61,80	51,13	52,67
CV			15,17

Fonte: os autores.

Nota: ns: não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Mascarenhas *et al.* (1988), na soja cultivada em solos que apresentam alta deficiência em potássio ocorre o amarelecimento das bordas foliares. Logo após o florescimento, ocorre um baixo índice de flores fecundadas, grande proporção de vagens vazias e retorcidas, além da presença de sementes chochas nas vagens normais.

A falta de influência das doses de potássio no número de vagens por planta, nesse caso, indica que o teor de potássio existente no solo anteriormente à implantação do experimento, que segundo a análise de solo é alto, foi suficiente para tornar a lavoura homogênea, no que diz respeito ao número de vagens, mesmo com doses variando de 0 a 150%.

Analisando a Tabela 6, em comparação com a 5, pode-se perceber que a falta de potássio não afetou o número de vagens, mas em compensação diminuiu o peso de sementes, principalmente no que diz respeito à aplicação de base na dose zero.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rendimento não foi influenciado pelas formas e doses de aplicação, em razão de os teores do elemento estarem elevados.

Ocorreu aumento dos teores totais de K no solo em função do aumento das doses de aplicação, especificamente na camada superficial.

A forma de aplicação não influencia o aumento de rendimento da soja, assim, orienta-se que o agricultor faça uso da aplicação de menor custo (na base), uma vez que operações de semeadura do K podem implicar no aumento do custo da lavoura, além de maior perda por amassamento.

REFERÊNCIAS

- BATISTELLA FILHO, F. *et al.* Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. 2013. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 783-790, jul. 2013.
- BERTOL, I. *et al.* Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 28, p. 485-494, 2004.
- BORKERT, C. M. *et al.* O potássio na cultura da soja. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFÓS, 2005. p. 671-713.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. *et al.* (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 551-594.
- ERNANI, P. R. *et al.* Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 31, p. 393-402, 2007.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MASCARENHAS, H. A. A. *et al.* Zinco nas folhas de soja em função da calagem. **Bragantia**, v. 47, n. 1, p. 137-142, 1988.
- MILANESI, J. H. **Adubação da cultura da soja baseada nos teores mínimos de fósforo e potássio no solo**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- NOVAIS, R. de *et al.* **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007.
- OLIVEIRA, F. A. *et al.* **Fertilidade do solo e nutrição mineral da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. (Embrapa Soja. Circular técnica, 62).
- SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SANZONOWICZ, C.; MIELNICZUK, J. Fontes, doses e métodos de aplicação de potássio no solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 20, p. 189-195, 1985.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-statistical attendance. In: World Congress On Computers In: Agriculture, 7., 2009, Reno, NV, USA. **Anais [...]** Reno, NV, USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. p. 393-396.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: [s. n.], 2016.
- TEDESCO, M. J. *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- TERRANÁLISE. Laboratório de análises ambientais. **Laudo de análise de solos**. Fraiburgo: [s. n.], 2017.
- VASCONCELLOS, C. A. Produtividade em alta. **Revista Cultivar**, 2000. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/produtividade-em-alta>. Acesso em: 6 nov. 2017.